This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
SANTA CRUZ

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

506:A528-
21755
Amsterdam

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

DERDE REEKS.

EERSTE DEEL.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER
1885.

506:A528-
21755

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

DERDE REEKS.

EERSTE DEEL.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER
1885.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

EERSTE DEEL

DER

DERDE REEKS.

PROCESSEN-VERBAAL

DER

GEWONE VERGADERINGEN.

Vergadering gehouden	25 April	1884.	blz.	1.
" "	31 Mei	"	"	124.
" "	28 Juni	"	"	181.
" "	27 September	"	"	205.
" "	25 October	"	"	245.
" "	29 November	"	"	249.
" "	27 December	"	"	298.
" "	31 Januari	1885.	"	317.
" "	28 Februari	"	"	375.
" "	28 Maart	"	"	386.
" "	24 April	"	"	469.

VERSLAGEN.

Rapport over de verhandeling der Heeren J. C. KAPTEYN en W. KAPTEYN, getiteld: „Les sinus de quatrième ordre"; uitgebracht in de Vergadering van 25 April 1884 . . . blz. 37.

Rapport over eene verhandeling des Heeren C. VAN WISSELINGH, getiteld: „De kernscheede bij de wortels der Phanerogamen"; uitgebracht in de Vergadering van 31 Mei 1884. „ 137.

Rapport over eene verhandeling van den Heer V. A. JULIUS, getiteld: „Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnsels"; uitgebracht in de Vergadering van 24 September 1884. „ 220.

Rapport van de Huygens-Commissie; uitgebracht in de Vergadering van 29 November 1884. . . . . „ 252.

Verslag omtrent eene verhandeling van Dr. T. J. STIELTJES JR., getiteld: „Quelques remarques sur la variation de la densité dans l'intérieur de la terre"; uitgebracht in de Vergadering van 29 November 1884. . . . . „ 268.

Verslag der Commissie voor het ontsmettings-regulatief; uitgebracht in de Vergadering van 24 April 1885 . . . . „ 392.

MEDEDEELINGEN.

E. H. VON BAUMHAUER. Over den op 3 October 1883 te Ngawi in Midden-Java gevallen meteoriet. (Met 2 platen). „ 8.

C. H. C. GRINWIS. De volledige viriaalvergelijking. . . . „ 19.

R. D. M. VERBEEK. Over de tijdsbepaling der grootste explosie van Krakatau op 27 Augustus 1883. (Met 1 plaat). blz. 45.

HUGO DE VRIES. Ueber die Peridiocität im Säure-gehalte der Fettpflanzen . . . . . „ 58.

C. VAN WISSELINGH. De kernscheede bij de wortels der Phanerogamen. (Met 1 plaat) . . . . . „ 141.

E. MULDER. Bijdrage tot de kennis van normaal cyaanzuur en afgeleiden . . . . . „ 194.

D. BIERENS DE HAAN. Bouwstoffen voor de geschiedenis der wis- en natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden. (Met 1 plaat) . . . . . „ 224.

T. J. STIELTJES. Quelques remarques sur la variation de la densité dans l'intérieur de la terre. (Avec 2 planches) . . . 272.

H. A. LORENTZ. Over de toepassing van de tweede wet der mechanische warmtetheorie op de thermo-electrische verschijnselen. . . . . „ 327.

G. VAN DIESEN. Kwel en verdamping in den Haarlemmermeerpolder . . . . . „ 359.

E. MULDER. Over een effluve-ozonometer en ontledingssnelheid van ozon . . . . . „ 400.

A. C. OUDEMANS JR. Over verband tusschen scheikundig karakter en soortelijk draaiingsvermogen. . . . . „ 408.

A. C. OUDEMANS JR. Over de densiteit, den uitzettingscoëfficiënt en den brekingsaanwijzer van aethylaether . . „ 426.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Vrijdag 25 April 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUIJS BALLOT, Voorzitter, VAN DER WAALS, MICHAËLIS, LORENTZ, BAEHR, MULDER, FRANCHIMONT, HOFFMANN, ZAAIJER, BIERENS DE HAAN, VAN DIESEN, SCHOLS, HOEK, KAMERLINGH ONNES, HUBRECHT, SURINGAR, KOSTER, ZEEMAN, STOKVIS, RIJKE, J. A. C. OUDEMANS, HEYNSIUS, GRINWIS, RAUWENHOFF, DIBBITS, VAN RIEMSDIJK, BEHRENS, VON BAUMHAUER, MAC GILLAVRY, KORTEWEG, PLACE, DE VRIES en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris, voorts het Correspondeerend Lid BERNELOT MOENS.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. E. H. VON BAUMHAUER, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 17 April 1884; 2°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van de bibliotheek van Teyler's Stichting te Haarlem, 19 April 1884; 3°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 23 April 1884; 4°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage

18 April 1884; 5°. W. F. C. van Laak Jr., Bibliothecaris der Gemeente-Bibliotheek te Arnhem, 1884; 6°. den Beer Poortugael, Gouverneur der Koninklijke Militaire Akademie te Breda, 23 April 1884; 7°. A. Goudry, Secretaris van het Willems-Fonds te Gent, 10 April 1884; 8°. Milne Edwards, Parijs, 2 April 1884; 9°. L. Pasteur, Parijs, 8 April 1884; 10°. M. Berthelot, Parijs, April 1884; 11°. J. Béclard, Secretaris der Académie de médecine te Parijs, 17 April 1884; 12°. L. Delisle, Directeur der Bibliothèque Nationale te Parijs, 6 April 1884; 13°. het Ministère de la Guerre te Parijs, 7 April 1884; 14°. R. Blanchard, Secretaris der Société zoologique te Parijs, 9 April 1884; 15°. Croizier, President der Société Académique Indo-Chinoise te Parijs, 18 April 1884; 16°. den President der Société agricole, scientifique et littéraire te Perpignan, 31 Maart 1884; 17°. Gatien-Arnoult, Secretaris der Académie des sciences, inscriptions et belles lettres te Toulouse, 31 Maart 1884; 18°. L. Deschamps, Secretaris der Société des antiquaires de la Morinie te St. Omer, 31 Maart 1884; 12°. J. Garnier, Secretaris der Société des antiquaires de Picardie te Amiens, 31 Maart 1884; 20°. A. Durieux, Secretaris der Société d'émulation te Cambrai, 1 April 1884; 21°. A. Martin, President der Société d'agriculture, sciences et arts te Valenciennes, 11 April 1884; 22°. R. Owen, Londen, 18 Maart 1884; 23°. W. Thomson, Glasgow, 2 April 1884; 24°. W. J. Thackeray, Directeur van de Royal Observatory te Greenwich, 18 April 1884; 25°. F. Nicholson, Bibliothecaris der Literary and Philosophical Society te Manchester, 22 April 1884; 26°. J. J. King, Secretaris der Natural History Society te Glasgow, 21 April 1884; 27°. F. Czermak, Secretaris van het Naturforschende Verein te Brunn, 1 December 1883; 28°. E. du Bois-Reymond, Berlijn, 5 April 1884; 29°. B. Windscheid, Leipzig, 1 April 1884; 30°. Th. Nöldeke, Straatsburg, 26 Maart 1884; 31°. Triem, Bibliothecaris der Pollichia te Dürkheim, 10 Januari 1884; 32°. Conwentz, Secretaris der Naturforschende Gesellschaft te Danzig, 1 April 1884; 33°. G. Karsten, Secretaris van het Naturwissenschaftliche Verein

te Kiel, 5 April 1884; 34°. H. Strebel, Secretaris van het Naturwissenschaftliche Verein te Hamburg, 26 Maart 1884; 35°. H. Brunn, Bibliothecaris der Astronomische Gesellschaft te Leipzig, 27 Maart 1884; 36°. C. Knoop, Secretaris der Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde te Hanau, 2 April 1884; 37°. R. Reuss, Conservator der Bibliothèque Municipale te Straatsburg, 5 April 1884; 38°. F. Imhoof Blümer, Winterthür, 22 April 1884; 39°. Th. Steck, Bibliothecaris der Naturforschende Gesellschaft te Bern, Juni 1883; 40°. J. Koch, Bibliothecaris der Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften te Bern, Juni 1883; 41°. F. Malmberg, Directeur van het Nautisk-Meteorologiska Byran te Stockholm, 16 April 1884; 42°. A. C. Trolsum, Bibliothecaris der Université royale te Christiania, 8 April 1884; 43°. Edw. Burgess, Secretaris der Boston Society of natural history te Boston, 20 September 1883; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van Boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 8 April 1884; 2°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 19 Maart 1884; 3°. L. Rieber, Secretaris der Maatschappij tot bevordering der bouwkunst te Amsterdam, 7 April 1884; 4°. E. H. von Baumhauer, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 15 April 1884; 5°. de Milloué, Directeur van het Musée Guimet te Lyon, 20 Februari 1884; 6°. Gatien-Arnoult, Secretaris der Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres te Toulouse, 18 Februari 1884; 7°. Siegel, Secretaris der Kais. Akademie der Wissenschaften te Weenen, 15 December 1883; 8°. den Directeur der Gesellschaft für bildende Kunst te Emden, 1 Februari 1884; 9°. F. E. Koch, Secretaris van het Verein der Freunde der Naturwissenschaften in Mecklenburg te Güstrow, Juni 1883; 10°. J. Koch, Bibliothecaris der Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften

te Bern, Augustus 1883; 11°. TH. STECK, Bibliothecaris der Naturforschende Gesellschaft te Bern, September 1883; 12°. H. Wild, Directeur van het Physikalisch Central-Observatorium te St. Petersburg, December 1883; 13°. den Directeur der U. S. Geological Survey te Washington, 21 September 1883; 14°. J. RODGERS, Superintendent v. h. U. S. Naval Observatory te Washington, October 1883; 15°. EDW. BURGESS, Secretaris der Boston Society of natural history te Boston, 20 September 1883; 16°. W. H. BENNETT, Superintendent of Public property of Wisconsin te Madison, Mei 1883; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Afwezig met kennisgeving de Heer VAN HASSELT.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken (d d. 19 April 1884), inhoudend de kennisgeving, dat Z. M. de benoemingen van de heeren C. H. D. BUIJS BALLOT tot Voorzitter, J. D. VAN DER WAALS tot Onder-Voorzitter en C. A. J. A. OUDEMANS tot Secretaris der Afdeeling heeft bekrachtigd; 2°. een brief van het correspondeerend lid der Afdeeling, den heer R. D. M. VERBEEK (Buitenzorg 10 Maart 1884), ter begeleiding van nummer 19 der officiële Javasche Courant van 7 Maart 1884, waarin is afgedrukt een door genoemden correspondent geschreven: »*Kort Verslag over de eruptie van Krakatau op* 26, 27 *en* 28 *Augustus* 1883."

Eene fransche vertaling van dit verslag, door de zorg van den heer VON BAUMHAUER ter perse gelegd voor de Archives Néerlandaises, wordt door dezen ten geschenke aangeboden voor de boekerij.

— De heeren KORTEWEG en GRINWIS brengen een gunstig rapport uit over de verhandeling van den heer Dr. F. DE BOER, en stellen voor haar op te nemen in de *Verslagen en Mededeelingen*. Aldus wordt besloten.

— De Heeren BIERENS DE HAAN en KORTEWEG oordeelen eveneens gunstig over de verhandeling der heeren J. C. en

W. KAPTEIJN. Daaraan zal, op hun voorstel, eene plaats worden ingeruimd in de 4° werken.

— De Voorzitter geeft een kort verslag van zijne zending naar Edinburg, bij gelegenheid der viering van het derde eeuwfeest ter herinnering aan de stichting der daar gevestigde Universiteit, en roemt de ontvangst, aan de vreemde gasten aldaar te beurt gevallen.

— De Heer VON BAUMHAUER spreekt over de op 3 October 1883, des namiddags om 5 uren, in Midden-Java gevallen meteorieten. Een daarvan, die in het Leidsch mineralogisch Museum bewaard blijft, werd in het district Lepreh, afdeeling Ngawie, terstond na den val opgeraapt en bleef ongeschonden. Een tweede werd ook dadelijk na den val in het district Djogorogo, afdeeling Ngawie, door vier inlanders opgeraapt, maar in stukken geslagen, door welke omstandigheid slechts een paar kleine stukjes naar Nederland zijn gekomen. Een derde eindelijk, uit Nederlandsch-Indië overgezonden, als op hetzelfde oogenblik in de dessa Tjoeroet, district Manggar, gevallen en door een inlandsch meisje opgeraapt, bleek geen meteoriet, maar een gewone rolsteen van foraminifeeren kalksteen te zijn. Dit meisje zag den vuurbol dicht bij zich neêrvallen, doch heeft, in stede van den meteoriet, die diep in den grond was geslagen, een op de oppervlakte liggenden kalkkogel opgeraapt.

Deze meteorietenval heeft onder de gewone verschijnselen van een vuurbol en van hevige kanonschoten plaats gevonden, evenals een later in den nacht van 17 op 18 Januari 1884 te Tjinangka, district Anjer, plaats gevonden meteorietenval, door den Heer VERBEEK vermeld, waar, tengevolge van het nachtelijk uur, geen steenen gevonden zijn. De door den Heer VON BAUMHAUER geanalyseerde meteoriet van Ngawie onderscheidt zich van vele anderen door zijn gering nikkelijzergehalte, zijne groote broosheid en geringen samenhang, en door zijn opmerkelijke structuur; hij bestaat namelijk uit een aggregaat van kogeltjes van twee of meer silikaten, die door zwavelijzer aan elkander zijn gecemen-

teerd. De silikaten, waaruit de steen bestaat, zijn het monosilikaat olivin, een bisilikaat enstatiet, en, met het oog op het alkaligehalte, een veldspaathachtig trisilikaat, en mogelijk nog vrij kiezelzuur.

— De Heer GRINWIS biedt voor de *Verslagen en Mededeelingen* aan een opstel, getiteld: »Bijdrage over de volledige viriaalvergelijking," en schetst in korte trekken den inhoud er van.

— De Heer SURINGAR bespreekt kortelijk het voornemen van zijn ambtgenoot MARTIN en hemzelven, om, indien geen onverhoopte bezwaren zulks verhinderen, in de volgende wintermaanden eene wetenschappelijke reis naar een deel van onze West-Indische bezittingen te ondernemen. Met erkentelijkheid maakt hij gewag van de blijken van belangstelling, die dit plan mocht ondervinden, behalve bij de Regeering, die de noodige toestemming gaf, in de eerste plaats bij het Aardrijkskundig Genootschap, dat, tot tegemoetkoming in de kosten, eene som uit de daartoe bestemde fondsen heeft beschikbaar gesteld, en voorts de meeste welwillendheid heeft betoond ten aanzien van hunne vrijheid en zelfstandigheid in de regeling van het plan, welks wijze van uitvoering geheel aan hen is overgelaten. Ook het Koninklijk Instituut voor Taal-, Land- en Volkenkunde voor Nederlandsch-Indië, gaf een dergelijk bewijs van belangstelling, door uit eigen beweging een krediet, ten behoeve van dit onderzoek, aan te bieden.

Spreker behandelt vervolgens de algemeene plantengeographische verhoudingen van West-Indië, in verband met de studie van onze bezittingen aldaar, en vermeldt de geologische problemen, welke ten aanzien van de eilanden, op zich zelf en met betrekking tot het vasteland, nog moeten worden opgelost.

Hij verklaart zich bereid om te letten op bijzondere wenschen van die leden der Afdeeling, welke zich met botanische onderzoekingen bezig houden en beveelt zich eventueel voor hunne medewerking aan.

— De Heer BIERENS DE HAAN biedt aan voor de boekerij: *Benedictus de Spinoza, Stelkonstige reeckening van den regenboog* and *Reeckening van Kanssen*, two nearly unknown treatises.

— De Heer RAUWENHOFF biedt voor de *Verslagen en Mededeelingen* aan eene verhandeling van den Heer C. VAN WISSELINGH, getiteld: »De kernscheede bij de wortels der Phanerogamen." Zij wordt door den Voorzitter in handen gesteld van de Heeren RAUWENHOFF en SURINGAR om advies.

— De Heer BUIJS BALLOT stelt ter bezichtiging en verklaart een door den Heer OLLAND, instrumentmaker te Utrecht, vervaardigden seismograaf.

— De Heer DE VRIES biedt voor de *Verslagen en Mededeelingen* aan eene verhandeling: »Ueber die Periodicität im Säuregehalte der Fettpflanzen".

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

OVER DEN OP 3 OCTOBER 1883 TE NGAWI

IN MIDDEN-JAVA

GEVALLEN METEORIET.

DOOR

E. H. VON BAUMHAUER.

Bij missiven van 21 en 25 November 1883, had de Heer R. D. M. VERBEEK, Mijningenieur 1ste klasse te Buitenzorg, de goedheid mij mede te deelen, dat den 3den October 1883, 's avonds te 5 à $5^1/_2$ uren, gevallen waren:

1°. Een meteoriet in de dessa Gentoeng, district Djogorogo, Afdeeling Ngawi, residentie Madioen, welke door een inlander in drie stukken geslagen was.

2°. Een tweede, gevallen ter zelfder tijd te Kedoeng Poetri, district Sepreh, Afdeeling Ngawi.

3°. Een groote witte ronde kogel, zonder gesmolten korst, welken een inlandsch meisje bij de dessa Tjoeroet, district Manggar, adsistent-residentie Demak, residentie Semarang, zegt te hebben zien vallen.

Volgens de residentiekaarten van Java, bedraagt de afstand van Tjoeroet, waar n°. 3 zoude gevallen zijn, tot Kedoeng Poetri, waar n°. 2 is opgeraapt, ongeveer 84 kilometers, terwijl Gentoeng, waar n°. 1 viel, van Kedoeng Poetri ongeveer 7 kilometers verwijderd is.

De Heer VERBEEK, die deze steenen te Buitenzorg had gezien, betwijfelde reeds zeer den meteorischen oorsprong van n°. 3.

Op het vernemen dat deze meteorieten naar Nederland voor het Leidsche Rijksmuseum waren afgezonden, wendde ik mij tot Z. E. den Minister van Koloniën, die de welwillendheid had mij de twee volgende missiven van de Residenten van Semarang en Madioen aan Z. E. den Gouverneur van Nederlandsch-Indië ter inzage te zenden, en mij ten aanzien der meteorieten zelven te verwijzen naar den Hoogleeraar K. MARTIN, Directeur van het Rijks Mineralogisch en Geologisch Museum te Leiden, bij wien deze meteorieten berustten.

Afschrift nº. 7660/1.

Semarang den 12den October 1883.

Ik heb de eer Uwer Excellentie mede te deelen, dat, volgens bericht van den Assistent-Resident van Demak, in den namiddag van Woensdag den 3den dezer, ongeveer ten 5 ure, aldaar een sterk gloeiend licht verspreidend meteoor aan den hemel werd waargenomen, welke van uit het westen komende in oostelijke richting zijn weg vervolgde. Kort daarop spatte de meteoor uit elkander onder een hevigen knal, een kanonschot gelijk, die, volgens ingekomen berichten, in de geheele afdeeling vernomen werd.

Een zich toevallig op een sawaveld beoosten de dessa Tjoeroet, district Manggar bevindend inlandsch meisje zag toen boven bedoelden luchtsteen in hare onmiddelijke nabijheid neerploffen. Hem willende oprapen, bevond zij denzelven gloeiend warm. Toen de meteoor afgekoeld was, raapte zij hem op en bracht hem bij den Wedono van Manggar, die hem den Assistent-Resident voornoemd, door tusschenkomst van den Regent, toezond.

Ook in de afdeelingen Semarang, Ambosawa en Grobagan is op den 3den dezer, omstreeks $5^1/_2$ ure 's namiddags, hetzelfde luchtverschijnsel waargenomen, en werd de knal eveneens duidelijk gehoord.

Het zij mij vergund Uwer Excellentie den bewusten steen ter bezichtiging aan te bieden, Haar beleefd in overweging gevende ten fine van onderzoek te doen stellen in

handen van den Hoofdingenieur, chef van de afdeeling Mijnwezen.

De resident w. g. WEGENER.

Voor eensluidend afschrift. De Gouvernements Secretaris
w. g. GALLOIS.

Aan Zijne Excellentie den Gouverneur-Generaal van Nederlandseh-Indië.

Afschrift nº. 6048/25.

Madioen 16 October 1883.

Ten vervolge van mijn schrijven van den 5den dezer, nº. 5811/25, heb ik de eer Uwer Excellentie te berichten, dat het daarbij bedoelde lichtverschijnsel blijkbaar een meteoor is geweest. Vier inlanders van de dessa Gentong, district Djogorogo, afdeeling Ngawi, hebben een meteoorsteen uit de lucht zien vallen, dien opgeraapt en in drie stukken geslagen.

Op denzelfden dag werd een tweede steen, die bij den val tamelijk diep in den grond drong, door den inlander DJOLEKADNO KOMETSAID van Kedoeng Poetri (district Sepreh, afdeeling Ngawi) gevonden.

Deze laatste steen, die in zijn geheel is gebleven, heeft een wichtvormige gedaante, blijkbaar het gevolg van in een week gloeienden toestand dringen in den bodem. De oppervlakte van den steen draagt duidelijk de kenteekenen van in gloeijing te zijn geweest.

Zoowel de genoemde steen als de bovenbedoelde drie stukken, heb ik den pakhuismeester alhier doen afgeven, met den last om die naar zijn ambtgenoot van Batavia te dirigeeren, ter doorzending aan den Algemeenen Secretaris.

De resident w. g. OUDEMANS.

Voor eensluidend afschrift. De Gouvernements Secretaris
w. g. GALLOIS.

Aan Zijne Excellentie den Gouverneur-Generaal van Nederlandsch-Indië.

Bij mijn bezoek aan den Hoogleeraar MARTIN op 29 Januari 1884, vond ik in het Museum den in de missive van

den resident van Semarang bedoelden steen, een grooten bijna volkomen ronden gelen bol, met ruim een decimeter middellijn, een rolsteen, die na doorgeslagen te zijn, bleek een gewone foraminifeere kalksteen te zijn. Hier had een zeer gemakkelijk te verklaren vergissing plaats gegrepen; het bedoelde inlandsch meisje toch heeft, na den schrik bij het hooren van een hevig kanonschot en het zien vallen van een vuurbol op den grond, zich naar de plaats van den val begeven en aldaar een voor haar ongewonen grooten ronden kogel, een toevallig daar liggenden rolsteen, gevonden en natuurlijk vermeend dat die uit den hemel was gevallen, terwijl zij met het uiterlijk aanzien van meteorieten niet bekend, den wezenlijk gevallen steen, die waarschijnlijk vrij diep in den grond is geslagen, niet heeft opgemerkt. Daar het mij vrij zeker voorkwam, dat op die plek een meteoriet gevallen is, heb ik in dato 30 Januari aan Z. E. den Minister van Koloniën verzocht te willen bewerken, dat het bedoelde inlandsche meisje van de dessa Tjoeroet worde opgezocht, en door haar de plaats worde aangewezen, waar zij den vuurbol heeft zien vallen en dat aldaar en in den omtrek een onderzoek worde ingesteld, door omwoelen van den grond, naar een van buiten bruinzwarten steen, inwendig graauw grijs. Z. E. had de goedheid mij mede te deelen, dat dit mijn verzoek aan den Gouverneur-Generaal was overgebracht. De verloren steen komt dus mogelijk nog terecht *).

Behalve dien onechten vond ik den sub 2 genoemden waren meteoriet, die door den inlander van Kedoeng Poetri was gevonden en in zijn geheel was gebleven. Deze ruim

---

*) In het *Handelsblad* van 21 Mei 1884 vind ik onder de Indische berichten het volgende:

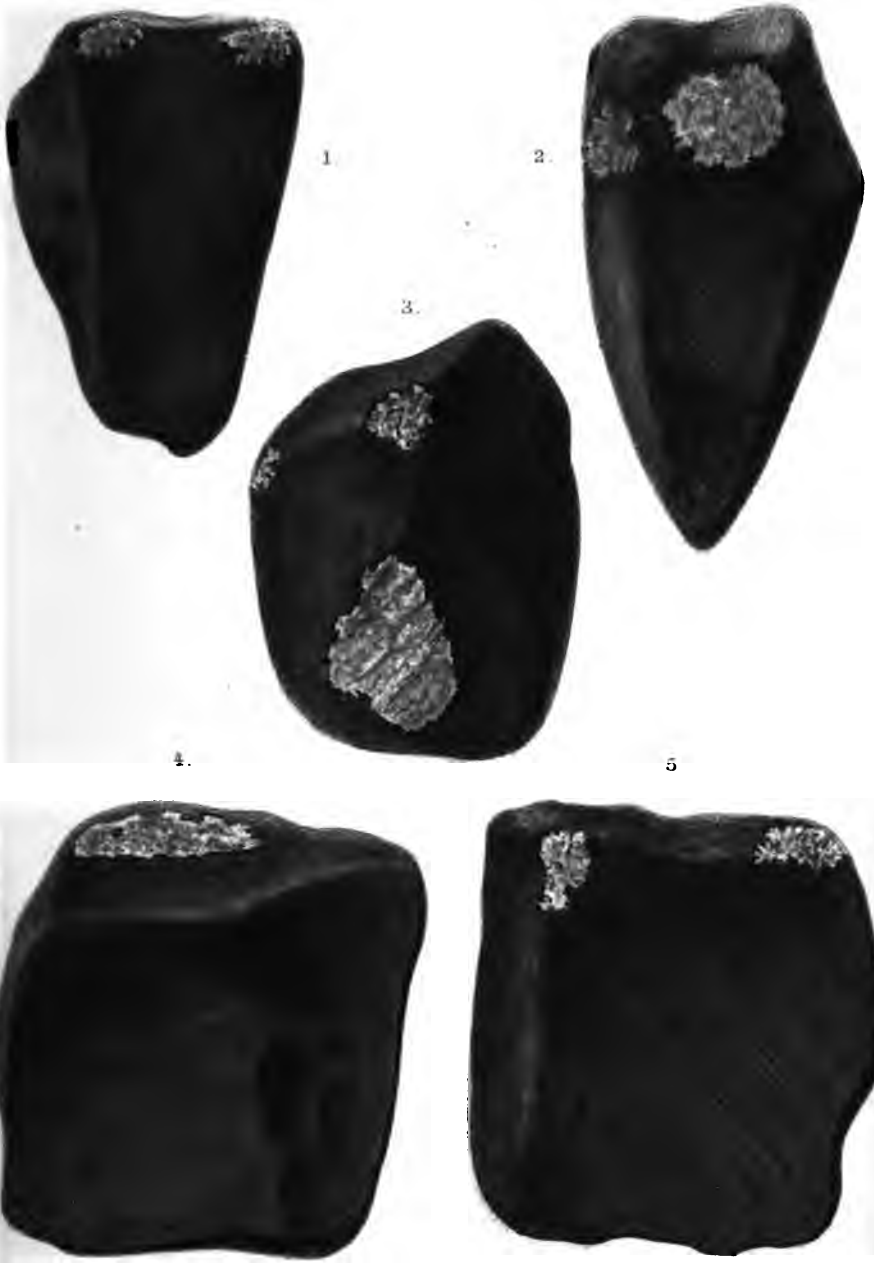
„Volgens bericht in de *Locomotief* zou de meteoor, die eenigen tijd „geleden op Midden-Java gezien werd, gevallen zijn in de buurt van het „erfpachtsperceel van den Heer F. Klaring te Sumberobjong in het „Ngawische. Deze heeft den steen laten uitgraven en bewaart hem. En „het Bestuur kon den steen, die op Compagnie's grond gevallen was, „niet goedschiks weer terug krijgen." Is dit de verloren steen, dien het meisje heeft zien vallen?

200 gram zware steen was, op een paar kleine afgeslagen schilfers na, geheel door een bruinzwarte korst van $^1/_2$ m.m. dikte bedekt en had een wigvormige gedaante.

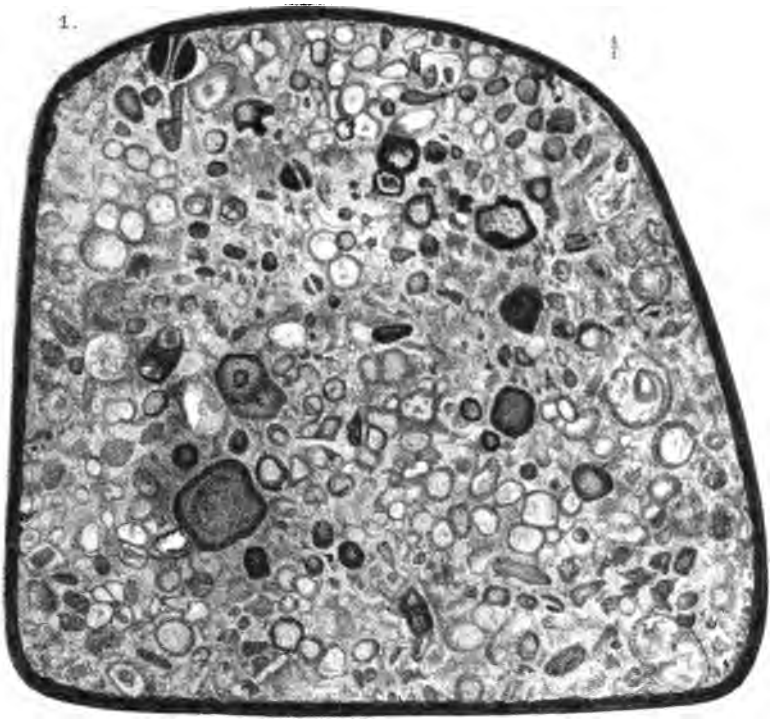
Eindelijk waren er nog een paar kleine stukjes, afkomstig van den sub n^0. 1 bedoelden steen, waarvan het eene ongeveer den vorm had van een cubus of afgeknotte vierzijdige pyramide met een doormeter van ruim 2 centimeters, en waarvan vier zijvlakken nog met de zwarte korst bedekt waren; dit stukje woog ongeveer 18 gram, terwijl het andere stukje, gedeeltelijk met zwarte korst bedekt, slechts 4 gr. woog.

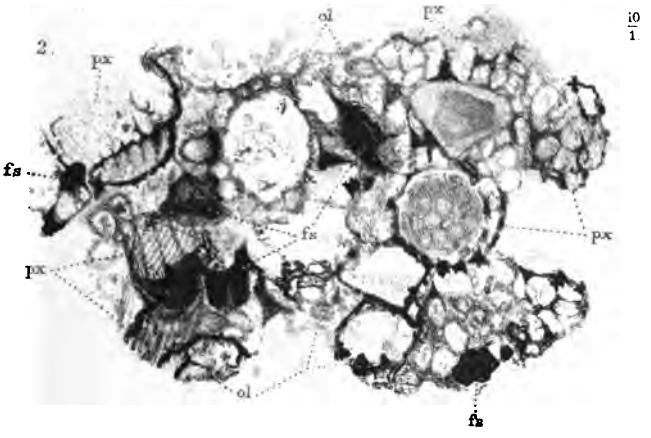
Dewijl door den Hoofdingenieur Chef der afdeeling Mijnwezen en den Directeur van Onderwijs, Eeredienst en Nijverheid in Nederlandsch-Indië, de wensch was kenbaar gemaakt, dat het onderzoek dier meteorieten aan mij zoude worden toevertrouwd, en het bij de beschouwing der meteorieten duidelijk was, dat de sub 1 en 2 genoemden tot denzelfden meteoriet behoorden, stond de Hoogleeraar Martin mij de twee onder n^0. 1 genoemde stukjes af, terwijl de groote ongeschonden steen in het Rijksmuseum te Leiden bewaard blijft. Daar de Heer Martin zijne tijdelijke verwijdering uit het Museum niet toestond, verzocht ik den Heer Wendel, lithograaf te Leiden, er in vijf verschillende standen op de ware grootte afbeeldingen van te vervaardigen, welke, zooals al het werk van dien Heer, uitstekend zijn geslaagd (plaat I). Om dezelfde reden moest ik den Leidschen Hoogleeraar H. A. Lorentz verzoeken het soortelijk gewicht van den steen te willen bepalen, die de goedheid had mij daarover het volgende mede te deelen, waarvoor ik Z.H.G. mijn dank betuig:

»De meteoorsteen weegt 202,1 gram, en zijn soortelijk »gewicht (in zijn geheel genomen) bedraagt 3,11 (bij 15 C.). »De steen is echter zeer poreus en kan een vrij groote hoe»veelheid water opnemen. Ik heb hem in water onder de »klok der luchtpomp geplaatst en kon alzoo 6,4 gr. water »er in brengen, waaruit volgt, daar het geheele volume »65,0 cM^3 (cubiekcentimeters) is, dat minstens $^1/_{10}$ daarvan »door holten wordt ingenomen, misschien nog meer; want »vooreerst is het mogelijk, dat bij een langer verblijf in de



A.J.Wendel, ad nat. del. et lith.





A.J. Wendel, ad nat. del. et lith.

»lucht verdunde ruimte nog iets meer lucht zou zijn uitge-
»treden, en ten tweede bestaat de mogelijkheid, dat er holten
»voorkomen die geheel zijn gesloten. Hoe dit zij, wanneer
»men het volume der holten op 6,4 C.C. stelt, vindt men
»voor het soortelijk gewicht der stof, waaruit de steen be-
»staat, 3,45; in werkelijkheid is dit getal een onderste
»grens."

Bij een bepaling met den picnometer, die ik zelf, echter op niet meer dan 0,6 gr. fijn poeder van den steen in uitgekookt water verrichtte, vond ik het soortelijk gewicht = 3,561, vergeleken met water van 15° C.

Het is dus zeker dat op 3 October 1883 boven Midden-Java een meteoriet tot onze aarde is gekomen, en in de bovenste lagen van onzen dampkring in stukken is gesprongen, waarvan slechts een paar, na door de lucht te zijn gevlogen, en dientengevolge van buiten tot gloeijing en smelting te zijn gebracht en daardoor met de zwartbruine korst te zijn bedekt, toevallig door personen zijn ontdekt, terwijl het meer dan waarschijnlijk is, dat vele stukken onopgemerkt in dien omtrek op de aarde zijn gevallen, en, doordien zij diep in den grond zijn geslagen, voor altijd voor ons verloren zijn.

De Heer VERBEEK meldde mij nog bij missive van 10 Maart 1884, dat in het Bantam'sche op het eiland Java in den nacht van 17 op 18 Januari 1884 te Tjinangka, district Anjer, evenzeer meteorieten zijn gevallen, doch dat, niettegenstaande de op last van den Resident SPAAN gedane nasporingen, nog geen steenen zijn gevonden; het nachtelijk uur van den val is oorzaak, dat niemand de steenen heeft zien vallen.

De meteoriet van 3 October 1883, aan wien ik in mijn catalogus den naam van *Meteoriet van Ngawi* heb gegeven, is vooral wegens zijne structuur zeer opmerkelijk. Zijn uitwendig voorkomen heeft niets bijzonders; zoowel n°. 1 als n°. 2 zijn brokstukken van een grooter lichaam, terwijl n°. 2 toevallig een wigvormige gedaante heeft, waarlijk niet toe

te schrijven aan het in weeken toestand indringen in den bodem. Beide stukken zijn, zooals bijna alle steenmeteorieten, bedekt met een dunne doffe zwartbruine korst, een begin van smelting van de silikaten, bij de oppervlakkige enorme hitte, voortgebracht door de ontzettend zamengeperste lucht bij de snelle vaart van het lichaam. Alleen op een der zijvlakken ontwaart men evenwijdige striemen, voortgebracht bij den val van den steen in den grond, door de schuring van de aldaar aanwezige steenen tegen de waarschijnlijk nog niet geheel bekoelde oppervlakte van den meteoriet.

De beweering van het inlandsch meisje dat de rolkalksteen gloeiend zoude zijn geweest, houd ik voor een gevolg van verschrikte verbeelding, daar het niet waarschijnlijk is, dat de daar gevallen meteoriet zooveel warmte aan dien rolsteen heeft afgestaan, dat hij heet geworden zoude zijn; waarschijnlijk was de rolsteen lang aan de zon blootgesteld geweest.

De meteoriet van Ngawi behoort tot de aan metallisch nikkelijzer zeer arme; slechts hier en daar worden daarvan in den steen kleine metaalglanzende spikkels gevonden, terwijl hij daarentegen zeer rijk is aan zwavelijzer; behalve dat hier en daar sterk glanzende kristallen van troïlit worden gezien, is het zwavelijzer daarenboven op een zeer eigenaardige wijze door het gesteente verspreid; het vormt namelijk het omhulsel van tallooze bollen van zeer verschillende grootte, waaronder er zijn van 2 à 3 mm. middellijn; uit een agglomeratie van deze bolletjes bestaat de geheele steen, zooals duidelijk blijkt uit de vier malen vergroote afbeelding van de vlak geslepen doorsnede van den sub 2 genoemden steen (fig. 1, plaat II), die deze wonderlijke structuur zeer duidelijk vertoont. De zwarte randen om de kogels zijn zwavelijzer, het materiaal waardoor de steen eenige vastheid heeft gekregen, want de inhoud der kogels is zoodanig bros en tot fijn gruis gebracht, dat het slijpen van dunne plaatjes tot mikroskopisch onderzoek bijna ondoenbaar was. Prof. Behrens te Delft, die daarin een zoo uitnemende geoefendheid heeft verkregen, kon het niet verder brengen dan tot een vrij onvolkomen praeparaat, waarvan de Heer

WENDEL een tienmalen vergrootte afbeelding heeft vervaardigd (fig. 2, plaat II).

De Heer BEHRENS deelde mij als resultaat van zijn mikroskopisch onderzoek mede:

»De hoofdmassa bestaat uit enstatiet en olivin en zwart »zwavelijzer, terwijl gedegen ijzer zich hier en daar aan »kleine, ten deele mikroskopische spikkels, meestal omhuld »door zwavelijzer vertoont. De olivin doet zich doorgaans in »den vorm van meer of min afgeronde heldere kristallen »voor, die enkele spikkels van bruin glas bevatten; de ensta»tiet komt daarentegen voor als spheroïdale aggregaten van »zuilvormige verbrokkelde kristalletjes, zelden aan compacte »kristallen en fijnvezelige waaijervormige sectoren. De afge»ronde olivinkristallen en de bolvormige aggregaten van »enstatiet zijn door het zwavelijzer omlijst en aan elkander »gehecht, terwijl dit ook soms aan fijne draadjes tusschen »de mikrolieten van enstatiet doordringt. Het zwavelijzer »is blijkbaar het laatst gestold, hetgeen in overeenstemming »is met zijn laag smeltpunt. Het gesteente is in hooge mate »brokkelig en geeft den indruk van een conglomeraat, waar»van de rolsteenen ten deele gekneusd zijn, terwijl het ce»ment, later tot vastwording overgegaan zijnde, een hooger »graad van cohaesie vertoont."

In figuur 2 plaat II wordt pyroxeen (enstatiet en mogelijk hypersteen) aangeduid door *px*, zwavelijzer door *fs*, olivin door *ol*; het middelste gedeelte der figuur is een ledige ruimte, waaruit de stof bij de slijping is verloren gegaan.

Ofschoon in vele steenmeteorieten, de zoogenaamde chondriten, die kogelvorm voorkomt, heb ik onder de bijna 100 meteoorsteenen, die op verschillende tijden en op verschillende plaatsen van onzen aardbodem gevallen zijn, en die ik in mijne verzameling bezit, er geen enkele gevonden, waarin het verschijnsel van uit louter door zwavelijzer aan één gecementeerde kogeltjes te bestaan, zoo sterk is uitgedrukt als in den steen van Ngawi.

Wat heeft nu de scheikundige analyse van den steen aangetoond?

Ofschoon de hoogst geringe hoeveelheid materiaal, waarover ik te beschikken had, mij niet veroorloofde een zoo uitvoerig onderzoek te doen als ik vroeger op de meteorieten van Utrecht, l'Aigle, Tjabé en Knyahinya heb kunnen verrichten, heeft toch het onderzoek het noodige licht over de zamenstelling van dien opmerkelijken meteoriet gegeven.

Ik herinner hierbij aan hetgeen ik bij de analyse van den meteoriet van Tjabé (*Verslagen en Mededeelingen*, 2de Reeks, T. VI, p. 54) uitvoerig heb besproken, dat de analyse van agglomeraten van silikaten, van zwavelijzer en van metallisch nikkelijzer, niet anders kan geven dan een benaderend beeld van de zamenstelling van het geheel en dat dus twee of meer analysen van denzelfden steen steeds zeer uiteenloopende resultaten moeten geven; de verhouding toch tusschen het door den magneet uittrekbare metallisch nikkelijzer, hetwelk hier en daar in kleinere of grootere massa's verspreid ligt; tusschen het zwavelijzer, dat of netvormig den steen doordringt, of in sterk glanzende kristallen hier en daar is opgehoopt en eindelijk tusschen de verschillende silikaten, die de hoofdmassa van den steen uitmaken, doch zeer ongelijkmatig daarin verdeeld zijn, is op ieder gedeelte van den steen geheel verschillend.

Daarenboven bezitten wij nog geen voldoend middel om de in zuren oplosbare monosilikaten van de minder oplosbare bi- en trisilikaten te scheiden, hetgeen ik reeds vroeger heb opgemerkt en nu in nog veel grootere mate heb ondervonden. Wanneer men het uiterst fijn gemalen steenpoeder herhaaldelijk en gedurende vele uren met zoutzuur, en daarna, ter verwijdering van het vrij geworden kiezelzuur, met kokende koolzure potassa heeft uitgetrokken, en men begint op nieuw de behandeling met zoutzuur. zoo trekt men er alweder heel wat uit, en telkens wordt in het opgeloste de verhouding van het kiezelzuurgehalte tot die der basen grooter; deze wijze van scheiding heeft dus een slechts relatieve waarde.

Dewijl door den magneet uit den tot fijn poeder ge-

brachten steen slechts 2,3 pCt. werd uitgetrokken, waarvan nog bijna de helft aanhangend niet magnetisch poeder en zwavelijzer was, verhitte ik het poeder, zooals ik zulks bij de analyse van den steen van Tjabé beschreven heb, eerst in een stroom droge waterstof, en daarna met kwikchlorid, om op deze wijze het gehalte aan metallisch nikkelijzer te bepalen.

Overigens werd bij de analyse dezelfde wijze gevolgd als toen is opgegeven, en de meeste bepalingen op drie onderscheiden hoeveelheden poeder verricht, zoodat het hier medegedeelde resultaat het gemiddelde is uit drie analysen:

GEMIDDELDE ZAMENSTELLING VAN DEN METEORIET VAN NGAWI.

				Zuurstof	
Metallisch Nikkelijzer	IJzer	2,87	3,52		
	Nikkel	0,65			
	Kobalt	spoor			
Zwavelijzer		5,71	5,71		
In zoutzuur oplosbaar silikaat	Kiezelzuur	19,28	52,17	10,28	10,28
	IJzeroxydul	15,61		3,47	9,70
	Nikkeloxydul	1,57		0,34	
	Mangaanoxydul	spoor			
	Aluinaarde	0,23		0,11	
	Magnesia	12,42		4,97	
	Kalk	1,67		0,48	
	Natron	1,17		0,29	
	Potassa	0,22		0,04	
Door zoutzuur niet of moeilijk ontleedbare silikaten	Kiezelzuur	23,49	38,13	12,53	12,53
	IJzeroxydul	8,45		1,88	4,01
	Aluinaarde	0,55		0,26	
	Magnesia	2,89		1,16	
	Kalk	0,96		0,27	
	Natron	1,56		0,40	
	Potassa	0,23		0,04	
Chroomijzer		0,47	0,47		

De verhouding van het zuurstofgehalte van het kiezelzuur tot die der basen in de gezamenlijke silikaten is 22,81 : 13,71 of ongeveer als 3 : 2.

De analyse leert ons dus

1°. Dat de steen zeer arm is aan metallisch nikkelijzer, daarentegen zeer rijk aan zwavelijzer.

2°. Dat het in zoutzuur en koolzure potassa het gemakkelijkst oplosbaar silikaat is een monosilikaat, *olivin*, hetwelk nikkelhoudend is en waarin de atoomverhouding tusschen de metalen ijzer en magnesium ongeveer is als 2 : 3.

3°. Dat het door zoutzuur niet of moeilijk ontleedbaar silikaat (of silikaten) niet is uitsluitend een bisilikaat (enstatiet), maar óf een trisilikaat, óf een mengsel van bi- en trisilikaten, mogelijk met vrij kiezelzuur; dit is niet door de analyse uit te maken. Trouwens heb ik hetzelfde gevonden in den meteoriet van Tjabé en WÖHLER indien van Mezö Madaras (in 1852 in Zevenbergen gevallen). In deze beide steenen was het kiezelzuurgehalte in het in zuren onopgelost gedeelte veel te hoog voor een bisilikaat.

DE VOLLEDIGE VIRIAALVERGELIJKING

DOOR

C. H. C. GRINWIS.

1. R. CLAUSIUS, Hoogleeraar te Bonn, hield 13 Juni 1870 eene voordracht in de »Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde" over »eene op de warmte toepasselijke stelling", welke verhandeling kort daarna in druk verscheen. (POGG. *Ann.* Bd. 141, S. 124).

In deze verhandeling wordt de bekende wet afgeleid, dat bij zoogenaamde stationaire beweging van een aantal stoffelijke punten de gemiddelde levende kracht van dit stelsel gelijk is aan zijne viriaal, of analylisch uitgedrukt:

$$\Sigma \frac{m}{2} \bar{v}^2 = -\tfrac{1}{2} \Sigma (\overline{Xx + Yy + Zz}). \quad \ldots \quad (1)$$

waarin v de snelheid van een deeltje m is, X, Y, Z de composanten der daarop werkende kracht en x, y, z de coördinaten van het deeltje, dus van het aangrijpingspunt der kracht voorstellen, terwijl de bovengeplaatste horizontale lijnen aanduiden, dat men de *gemiddelde waarden* gedurende de stationaire beweging bedoelt.

De in het tweede lid dier vergelijking voorkomende grootheid hangt van de op het stelsel werkende krachten af en zou, als bij gegevene coördinaten alle krachten in gelijke verhouding veranderden, evenredig aan die krachten zijn.

CLAUSIUS stelt daarom voor, de gemiddelde waarde dier grootheid naar het latijnsche woord *vis*, *virial* te noemen,

welk laatste woord wij overeenkomstig de uitdrukking *potentiaal*, door *viriaal* zullen vertalen, met dien verstande evenwel, dat wij, zooals veelal gebruikelijk is, door deze de grootheid:

$$-\tfrac{1}{2}\Sigma(Xx + Yy + Zz)$$

zelve en niet haar gemiddelde verstaan.

De bovengenoemde wet zegt dan, dat de gemiddelde levende kracht van het stelsel gelijk is aan zijne *gemiddelde* viriaal.

2. De regel (1) volgt uit de betrekking:

$$\frac{d^2(x^2)}{dt^2} = 2\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + 2x\frac{d^2x}{dt^2},$$

die onmiddellijk geeft

$$\frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{m}{4}\frac{d^2(x^2)}{dt^2} - \tfrac{1}{2}Xx, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

De overeenkomstige uitdrukkingen voor y en z bij deze voegende, blijkt, dat als r den afstand van het bewegend deeltje tot den oorsprong van coördinaten aangeeft,

$$\frac{m}{2}v^2 = \frac{m}{4}\frac{d^2(mr^2)}{dt^2} - \tfrac{1}{2}(Xx + Yy + Zz), \quad \ldots \quad (3)$$

welke vergelijking voor een stelsel stoffelijke punten overgaat in:

$$\Sigma\frac{m}{2}v^2 = \tfrac{1}{4}\Sigma\frac{d^2(mr^2)}{dt^2} - \tfrac{1}{2}\Sigma(Xx + Yy + Zz), \quad \ldots \quad (3_a)$$

De vergelijkingen (3) en (3_a) vormen twee betrekkingen, die men met het oog op de wet door CLAUSIUS uitgesproken, de *volledige* viriaalvergelijkingen zou kunnen noemen. Zij werden door VILLARCEAU in 1872 (*Compt. Rend.* t. 75: 232—237) onderzocht en CLAUSIUS stond in 1874 (POG. *Ann. Jubelbond*, 411—423) uitvoerig bij de transformatiën stil, die de vergelijking (3) en vooral (3_a) kunnen ondergaan.

Van de gemiddelde waarden gedurende een voldoend tijdsverloop verdwijnt bij stationaire beweging de term met $\frac{d^2x^2}{dt^2}$ uit (2) en (3_a) gaat in de door CLAUSIUS gegevene vergelijking (1) over.

3. Het is ons voornemen den in de volledige vergelijkingen (3) en (3_a) voorkomenden term $\frac{d^2mr^2}{dt^2}$ meer in het bijzonder na te gaan dan tot dusver geschiedde. Deze uitdrukking, die het tweede differentiaalquotient ten opzichte van den tijd voor het polaire traagheidsmoment van het bewegende punt of stelsel voor den oorsprong aangeeft, is evenals de potentiaal en viriaal eene coördinatenfunctie, d. w. z. heeft voor ieder punt der ruimte eene bepaalde waarde, verandert dus met het punt, dat men als oorsprong kiest en zal voor bepaalde punten der ruimte verdwijnen.

Op die veranderingen, die de wezenlijke beteekenis der viriaalvergelijking bepalen, werd tot dusver niet of zeer terloops gewezen.

Wel vinden wij belangrijke gegevens omtrent dit tweede differentiaalquotiënt voor een gegeven coördinaten oorsprong.

Zoo werd voor een stelsel punten reeds door JACOBI (*Vorlesungen über Dynamik* S. 27) bij bepaalde onderstellingen omtrent de krachtfunctie op de algemeene waarde dier uitdrukking gewezen. Ook LIPSCHITZ onderzocht (*Journal von Crelle* Bd. 66) de beteekenis van $\frac{d^2\Sigma mr^2}{dt^2}$, waarbij hij omtrent den aard der krachtfunctie de onderstelling maakt, dat zij eene algebraïsche homogene functie der coördinaten is en voor dit geval nagaat, welke voorwaarde noodig en voldoende is, opdat de beweging stabiel zij.

Het schijnt niet van belang ontbloot, de beteekenis der volledige vergelijking uit het boven aangegeven oogpunt te beschouwen en wij zullen ons daartoe thans tot de vergelijking (3) voor een stoffelijk punt bepalen, om later wellicht ook bij de vergelijking (3_a) voor een stelsel stil te staan.

Wij willen eerst de veranderingen, die $\frac{d^2 m r^2}{dt^2}$ met den oorsprong ondergaat bespreken en deze voor eenige voorbeelden van beweging meer bijzonder nagaan. Daarna zullen wij doen zien, hoe die uitdrukking als het verschil van twee virialen kan beschouwd worden.

Eindelijk zullen wij de eigenaardige beteekenis der stelling van CLAUSIUS, waarbij dit differentiaalquotiënt verdwijnt, doen uitkomen.

4. De viriaal voor een enkel punt $-\frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz)$ laat zich, als F de kracht is, die op het punt werkt en φ de hoek, die zij met den voerstraal r maakt, herleiden tot

$$-\frac{1}{2}\left(\frac{Xx + Yy + Zz}{Fr}\right)Fr = -\frac{1}{2}Fr\cos\varphi;$$

zoo dan R de composante der kracht volgens r is, *naar den oorsprong der coördinaten als positief gerekend*, wordt

$$-\frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz) = \frac{1}{2}Rr. \quad \ldots\ldots (4)$$

De viriaal eener kracht is dus gelijk het halve product van den voerstraal van het aangrijpingspunt met de composante dier kracht, langs den voerstraal naar den oorsprong positief gerekend.

Zij kan derhalve, wat hare grootte betreft, het teeken daargelaten, beschouwd worden als de helft van het niet werkzame (verloren) moment dier kracht ten opzichte van den oorsprong. Het werkzame moment Q dezer kracht, of het koppel, dat bij reductie der kracht naar den oorsprong ontstaat, is gelijk $Fr\sin\varphi$; zoodat als V de dubbele viraal, dus $V = Fr\cos\varphi$.

$$V^2 + Q^2 = F^2 r^2. \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

De viriaal hangt dus blijkbaar van het aangrijpingspunt der kracht af en speelt daardoor eene rol bij onderzoekingen, waarbij de krachten bij zelfde aangrijpingspunten hunne richting veranderen, zooals o. a. bij de leer van het astatisch evenwicht het geval is.

Doch tevens blijkt, dat de viriaal met den oorsprong O, waarop zij betrekking heeft (waarvoor zij genomen is) van waarde verandert. Wij komen hierop straks uitvoeriger terug.

5. De vergelijking (3) wordt ingevolge het boven opgemerkte

$$\frac{m}{2} v^2 = \tfrac{1}{4} \frac{d^2 m r^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2} Rr. \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

Duiden wij het polaire traagheidsmoment mr^2 van het punt ten opzichten van den oorsprong O door P aan en zijne eerste en tweede afgeleiden t. o. van den tijd door P' en P''; noemen wij de halve levende kracht van het punt, als gewoonlijk T, zoo gaat (6) over in

$$4\,T = P'' + 2\,Rr, \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

waaruit voor P'' volgt,

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{Rr}{2\,T}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

zoodat P', evenals de viriaal met r, dus met den oorsprong verandert; beide zijn functiën van de coördinaten van het aangrijpingspunt der kracht; hunne waarde verandert dus, even als die coördinaten, met de plaats van het punt, dat men als oorsprong kiest en ten opzichte waarvan de viriaal genomen is.

Als d de projectie van r op de richting der resultante, zal daar

$$R = F \cos\varphi,$$

$$Rr = Fr\cos\varphi = Fd$$

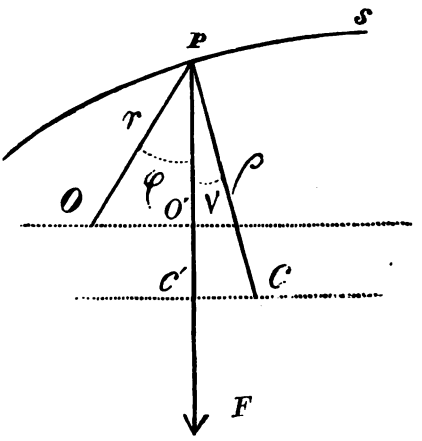
en

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{Fd}{2\,T}\right\}. \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

Daar dan P'' tegelijk constant is met d, de projectie van r op de richting der resultante, blijkt dat voor alle punten van een vlak loodrecht op de resultante, of bij vlakke be-

weging voor alle punten eener loodlijn op F, P'' dezelfde waarde behoudt. P'' verdwijnt voor punten der lijn, die op een afstand $d = \frac{2T}{F}$, van af het bewegende punt, loodrecht op de resultante gebracht is.

6. Bepalen wij ons tot de vlakke beweging van een enkel punt p; zij s de baan, F de resultante, $pC = \varrho$ de kromtestraal in p; noemen wij de hoeken, die r en ϱ met de resultante vormen, φ en ν, zoo volgt uit (7)



$$P'' = 2(mv^2 - Rr) \ldots (10)$$

of daar $F\cos\nu$ de normale composante der bewegende kracht $= \frac{mv^2}{\varrho}$, terwijl $R = F\cos\varphi$,

$$P'' = 2F(\varrho\cos\nu - r\cos\varphi). \ldots\ldots\ldots (11)$$

Als $pC' = \varrho\cos\nu$ en $pO' = r\cos\varphi$ de projectiën van kromtestraal en voerstraal op de richting van F zijn, zal

$$P'' = 2F(pC' - pO'). \ldots\ldots\ldots (11_a)$$

of zoo $pC' - pO' = l$ gesteld wordt,

$$P'' = 2Fl \ldots\ldots\ldots\ldots (11_b)$$

P'' is derhalve evenredig aan het verschil l van beiden projectiën.

Wanneer dus door het krommingsmiddelpunt C van de baan in p eene lijn (of voor de ruimte een vlak) gebracht wordt loodrecht op de richting der resultante F, zal die lijn (of dat vlak) de meetkunstige plaats der punten zijn, waarvoor P'' nul wordt en welke wij kortheidshalve de *nullijn* (of het *nulvlak*) zullen noemen. Voor iedere daaraan evenwijdige lijn (of evenwijdig vlak) op een afstand l daarvan verwijderd, zal $P'' = 2Fl$ en wel positief of negatief zijn, naar gelang de lijn (of het vlak) aan dezelfde of tegenge-

stelde zijde van de nullijn (of het nulvlak) gelegen is als het bewegende punt p.

7. Als onmiddellijke gevolgen der vergelijkingen (11) merken wij het volgende op, terwijl wij ons tot vlakke beweging bepalen:

I. Voor punten van de raaklijn aan de kromme in p, is $\cos\varphi = \sin\nu$, dus

$$P'' = 2F(\varrho\cos\nu - r\sin\nu) = 2m\left(v^2 - r\frac{dv}{dt}\right)$$

zijnde voor de verschillende punten der raaklijn eene in het algemeen met r veranderlijke waarde, tenzij de raaklijn loodrecht op de kracht, wanneer $\nu = 0$ en dus de term $r\frac{dv}{dt}$ verdwijnt.

Voor het punt p is $r = 0$ en wordt

$$P'' = 2mv^2 = 4T.$$

II. Voor punten der loodlijn in p op de kracht F opgericht, is $\varphi = 90^0$, $\cos\varphi = 0$, dus wordt

$$P'' = 2mv^2 = 4T.$$

III. Als F met de normaal zamenvalt, dus $= \frac{mv^2}{\varrho}$ en $\cos\nu = 1$, zal voor een willekeurig punt $O(r, \varphi)$ van het vlak

$$P'' = 2F(\varrho - r\cos\varphi) = 2mv^2\left(1 - \frac{r}{\varrho}\cos\varphi\right),$$

zoodat als $r\cos\varphi = \varrho$ (wanneer O op de nullijn ligt) P'' verdwijnt.

IV. Verder laat zich, in gevolge (11), schrijven:

$$P'' = 4T\left\{1 - \frac{r\cos\varphi}{\varrho\cos\nu}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

en nemen wij weder langs de richting der kracht, van uit het bewegende punt ϱ een afstand $d = r\cos\varphi$, zoo volgt

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{d}{\varrho\cos\nu}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

zoodat P'' constant is voor alle punten eener lijn loodrecht op de krachtrichting en de nullijn op een afstand $d = \varrho\cos\nu$ gelegen is, overeenkomstig het vroeger gevondene.

V. Nemen wij in de richting, tegengesteld aan die der kracht, van uit p eenen afstand n, zoo volgt voor eene lijn door dit punt loodrecht op de kracht,

$$P'' = 4\,T\left\{1 + \frac{n}{\varrho\cos\nu}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

waaruit verder volgt

$$\frac{dP''}{dn} = \frac{4\,T}{\varrho\cos\nu} = 2\,F\,, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

zoodat het differentiaalquotient van P'' volgens de normaal gelijk is aan tweemaal de kracht. Wij wijzen op de overeenkomstige uitdrukking voor het differentiaalquotient der potentiaalfunctie, welke laatste analoog aan P'' is, daar, zooals later blijken zal, $\frac{d^2 m r^2}{dt^2}$ evenredig is aan het verschil van twee virialen, terwijl viriaal en potentiaal als analoge grootheden kunnen worden beschouwd.

8. Als toepassing der formulen (9) en (13) op de vlakke beweging van een stoffelijk punt, bepalen wij P'' voor iedere lijn op een afstand d van het bewegende punt, gerekend naar dat deel van het vlak volgens welke de kracht werkt, loodrecht op de richting der kracht door de waarden:

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{Fd}{2\,T}\right\} = 4\,T\left\{1 - \frac{d}{\varrho\cos\nu}\right\}.$$

I. *Beweging in een cirkel, het krachtcentrum in het middenpunt.*

Dan $\varrho = a = \text{const.}$ $v = 0$

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{d}{a}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

zoodat de nullijn steeds door het middenpunt gaat en dus voor dit punt steeds de halve levende kracht gelijk is aan de viriaal, of

$$\frac{m}{2}v^2 = \tfrac{1}{2}Fa \quad \text{of} \quad F = \frac{mv^2}{a}.$$

P'' neemt, uitgaande van de raaklijn in p, voor wier punten $P'' = 4\,T = 2\,mv^2$ is, voortdurend af en wordt nul voor de lijn door het middenpunt evenwijdig aan de raaklijn getrokken; P'' wordt verder gelijk $-2\,mv^2$ voor de raaklijn in het diametraal gelegen punt. De middellijn verdeelt het vlak in twee deelen, waar P'' positief en negatief is. De nullijn draait met het bewegende punt, altijd door het middenpunt gaande, rond, zoodat zij steeds evenwijdig aan de raaklijn in het bewegende punt blijft. Voor een willekeurig punt O op een afstand l van het middenpunt wordt P'' door (16) gegeven, zoodat als p het bewegende punt, C het middenpunt van den cirkel en α de hoek, die CO en Cp vormen, daar dan $d = a - l\cos\alpha$,

$$P'' = 2\,mv^2\,\frac{l}{a}\cos\alpha; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16_a)$$

P'' is dus periodisch en verandert bij elke halve rondraaing van teeken. Alleen voor het centrum C is P'' voortdurend nul.

II. *Beweging bij aantrekking naar een vast centrum, evenredig aan den afstand.*

In dit geval is, wanneer de aantrekking $F = m\mu r$, zooals bekend, $T = \frac{1}{2}m\mu(a^2 + b^2 - r^2)$, wanneer a en b de halve assen der ellips zijn; dus wordt:

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{r\,d}{a^2 + b^2 - r^2}\right\}, \quad \ldots\ldots \quad (17)$$

Waarvoor zich ook schrijven laat als f en f' de afstanden van p tot de brandpunten aangeven:

$$P'' = 4\,T\left\{1 - \frac{r\,d}{f\,f'}\right\}, \ldots\ldots\ldots (17_a)$$

De nullijn staat loodrecht op den voerstraal, op een afstand $d = \dfrac{a^2 + b^2 - r^2}{r}$ van het bewegende punt afgerekend.

De omhullende (enveloppe) dezer nullijnen vormt eene kromme, die in gevolge het behandelde, de eigenschap heeft, dat wanneer het punt O (de oorsprong, t. o. van welke de viriaal genomen wordt) deze van een bepaald punt uitgaande op zoodanige wijze doorloopt, dat p en O steeds *overeenkomstige punten* blijven, P'' *voortdurend nul is*, zoodat steeds de vergelijking geldt:

$$\frac{m}{2}\,v^2 = \tfrac{1}{2}\,Rr$$

d. i. voor het overeenkomstige punt dier kromme als oorsprong, welke oorsprong dus voortdurend verandert, is op ieder oogenblik de levende kracht zelve (van gemiddelde is hier geen sprake) gelijk aan de viriaal.

Wij zullen ons met de bepaling dier kromme thans niet bezighouden, doch alleen opmerken, dat dergelijke *nulkrommen* voor ieder kromlijnige beweging zijn aan te geven.

Voor (17) laat zich schrijven, wanneer wij opmerken, dat de potentiele energie van de bewegende massa t. o. van het middenpunt:

$$V = \int_r^0 -\,m\,\mu\,r\,dr = \tfrac{1}{2}\,m\,\mu\,r^2,$$

is, voor het middenpunt der ellips,

$$P''_0 = 4\,T\left\{1 - \frac{V}{T}\right\} = 4\,(T - V), \ldots\ldots (18)$$

Hier is dus P'' steeds evenredig aan het verschil der ac-

tuele en potentiele energie van het bewegende punt en wanneer de nullijn door den oorsprong gaat, zal $T = V$ zijn; dit heeft plaats als

$$d = \frac{a^2 + b^2 - r^2}{r} = r \quad \text{of} \quad r^2 = \frac{a^2 + b^2}{2},$$

dat is in de punten, waar de diagonalen van den omgeschreven rechthoek de ellips snijden. In die punten is de actuele energie gelijk de potentiele *t. o.* van het centrum van aantrekking. Voor de door deze punten begrensde bogen der ellips aan de einden der groote as is $T - V$ negatief, in de beide andere deelen, nabij de uiteinden der kleine as, is $T > V$.

Uit (18) volgt, dat in het middenpunt der ellips:

$$P'' = 2\,m\,\mu\,(a^2 + b^2 - 2\,r^2),$$

dat is, daar, als φ de hoek, die de voerstraal met de groote as maakt,

$$r^2 = \frac{a^2\,b^2}{a^2\,sin^2\,\varphi + b^2\,cos^2\,\varphi},$$

wanneer

$$1 - \frac{b^2}{a^2} = e^2$$

na herleiding,

$$P_0'' = -\,2\,m\,\mu\,a^2\,e^2 \left\{ \frac{1 - (2 - e^2)\,cos^2\,\varphi}{1 - e^2\,cos^2\,\varphi} \right\};$$

wanneer wij den tijd, evenals φ, van het uiteinde der groote as afrekenen, volgt:

$$t = \int_0^{\varphi} \frac{r^2\,d\varphi}{a\,b\sqrt{\mu}} = \frac{1}{\sqrt{\mu}}\,Btg\left(\frac{a}{b}\,tg\,\varphi\right)$$

zoodat

$$tg\,\varphi = \frac{b}{a}\,tg\,(t\sqrt{\mu}), \qquad cos^2\,\varphi = \frac{1}{1 + (1 - e^2)\,tg^2\,t\sqrt{\mu}}$$

en eindelijk volgt

$$P_0'' = -2\,m\,\mu\,a^2\,e^2\,cos\,(2\,t\sqrt{\mu}), \quad \ldots\ldots \quad (18_a)$$

of daar de omwentelingstijd $\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{\mu}}$

$$P_0'' = -\frac{8\,\pi^2}{\tau^2}\,m\,a^2\,e^2\,cos\left(4\,\pi\,\frac{t}{\tau}\right), \quad \ldots\ldots \quad (18_b)$$

waaruit blijkt, dat P'' *periodisch met den tijd verandert* en voor $e = 0$, dat is voor den cirkel constant nul is.

Door integratie volgt:

$$P_0' = -\frac{2\,\pi}{\tau}\,m\,a^2\,e^2\,sin\left(4\,\pi\,\frac{t}{\tau}\right), \quad \ldots\ldots \quad (18_c)$$

de integratieconstante vervalt, daar P_0' voor $t = 0$ verdwijnen moet.

Op nieuw integreerende volgt:

$$P_0 = \frac{m}{2}\,a^2\,e^2\,cos\left(4\,\pi\,\frac{t}{\tau}\right) + \text{const.}$$

dus voor $t = 0$:

$$P_0 = \frac{m}{2}\,a^2\,e^2 + C = m\,a^2;$$

zoodat algemeen voor het centrum der ellips,

$$P_0 = \frac{m}{2}\,a^2\,e^2\,cos\left(4\,\pi\,\frac{t}{\tau}\right) + \frac{m}{2}\,a^2\,(2 - e^2)$$

of

$$P_0 = m\,a^2\left(1 - e^2\,sin^2\,2\,\pi\,\frac{t}{\tau}\right). \quad \ldots\ldots \quad (18_d)$$

III. *Elliptische beweging om het brandpunt.* (Aantrekking omgekeerd evenredig tweede macht afstand).

Als a de halve groote as der ellips, f en f' de voerstralen der brandpunten, is

$$F = \frac{m\,\mu}{f^2}, \quad 2\,T = v^2\,m = \frac{2\,m\,\mu}{a}\left(\frac{a}{f} - \frac{1}{2}\right) = \frac{m\,\mu\,f'}{a\,f}$$

$$P'' = 4\,T\left(1 - \frac{a\,d}{f\,f'}\right). \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19_a)$$

of

$$P'' = \frac{2\,m\,\mu}{f}\left\{\frac{f'}{a} - \frac{d}{f}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19_b)$$

daar $f\,f' = a^2 + b^2 - r^2$, als r de voerstraal uit het middenpunt der ellips, volgt nog

$$P'' = 4\,T\left(1 - \frac{a\,d}{a^2 + b^2 - r^2}\right). \quad \ldots\ldots \quad (19_c)$$

De vorm voor P'' in (19_a) is in zooverre merkwaardig, dat terwijl f de voerstraal is voor het werkzame brandpunt, de voerstraal f' voor het tweede brandpunt (waar geen werking is) op symetrische wijze voorkomt.

De nullijn is, ingevolge (19_c) eene rechte lijn, op een afstand $d = \dfrac{a^2 + b^2 - r^2}{a}$ van het bewegende punt loodrecht op den voerstraal f.

Voor het werkzame brandpunt (het krachtcentrum) geeft (19_b) als $d = f$,

$$P''_0 = \frac{2\,m\,\mu}{f}\left(\frac{f' - a}{a}\right)$$

of daar $f' - a = a - f$

$$P''_0 = 2\,m\,\mu\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{a}\right). \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19_d)$$

P_0'' heeft dus de grootste waarde voor het nabij dit brandpunt gelegen einde der groote as, waar $f = a\,(1 - e)$; daar is

$$P''_0 = \frac{2\,m\,\mu}{a}\,\frac{e}{1-e} = \frac{2\,m\,\mu\,e}{f};$$

voor het andere einde der groote as is $f = a\,(1+e)$, derhalve

$$P''_0 = -\frac{2\,m\,\mu}{a}\,\frac{e}{1+e} = -\frac{2\,m\,\mu\,e}{f},$$

zoodat aan de einden der groote as P_0'' omgekeerd evenredig aan den voerstraal voor die einden is.

Voor de einden der kleine as geeft (19_d), daar dan $f = a$, $P_0'' = 0$, wat overeenkomt met form. (19), immers de nullijn wordt bepaald door $d = \frac{ff'}{a}$, dus voor het einde der kleine as, waar $f = f' = a$, door $d = f = a$. De nullijn gaat alsdan door het centrum van aantrekking.

Voor de einden der groote as wordt den stand der nullijn gegeven door

$$d = \frac{a^2(1-e^2)}{a} = \frac{b^2}{a},$$

dus voor deze punten vallen de nullijnen met die bij elliptische beweging om het middenpunt als centrum zamen.

IV. *Parabolische beweging om het brandpunt.* (Aantrekking omgekeerd evenredig tweede macht afstand).

Zij r de voerstraal van uit het brandpunt, zoo is $F = \frac{m\mu}{r^2}$

$$T = \frac{m\mu}{r}$$

dus

$$P' = 4\,T\left(1 - \frac{Fd}{2\,T}\right) = 4\,T\left(1 - \frac{d}{2r}\right). \quad \ldots \quad (20)$$

De nullijnen staan loodrecht op den voerstraal op een afstand $d = 2r$ van af het bewegende punt.

Voor het brandpunt (krachtcentrum) is $d = r$ en wordt

$$P_0'' = 2\,T = \frac{2m\mu}{r} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (20_a)$$

dus is P_0'' steeds omgekeerd evenredig aan den voerstraal, overeenkomstig aan hetgeen bij de ellips bij dezelfde wet van aantrekking slechts aan de einden der groote as gevonden werd.

9. Beantwoorden wij nu de vraag, hoe zich een massa deeltje m in de ruimte bewegen moet, opdat $P' = f(t)$, onafhankelijk zij van het punt O, ten opzichte waarvan de

viriaal genomen wordt en welks coördinaten wij door a, b, c voorstellen.

Als x, y, z de coördinaten van het deeltje nv, zal

$$P = m\{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2\}$$

$$P' = 2m\{(x-a)x' + (y-b)y' + (z-c)z'\}$$

$$P'' = 2m\{x'^2 + y'^2 + z'^2 + xx'' + yy'' + zz'' - (ax'' + by'' + cz'')\}$$

$$= 4T + 2m\{(x-a)x'' + (y-b)y'' + (z-c)z''\};$$

opdat deze waarde onafhankelijk van a, b, c zij, moet $x'' = 0$, $y'' = 0$, $z'' = 0$, dat is op het deeltje moeten geene krachten werken, zoodat alleen voor eenparige rechtlijnige beweging, P'' voor alle punten der ruimte dezelfde waarde heeft, en wel is dan

$$P' = 4T = 2mv^2 = 2mC^2,$$

waarin C de constante aanvankelijke snelheid.

10. Door eene voor de hand liggende herleiding laat zich $\frac{1}{4}P''$ als *het verschil van twee virialen* voorstellen; wij hebben toch

$$P'' = 4T - 2Rr = 2(mv^2 - Rr)$$

of daar

$$F\cos\nu = \frac{mv^2}{\varrho}, \qquad P'' = 2(F\varrho\cos\nu - Rr),$$

$$\tfrac{1}{4}P'' = \tfrac{1}{2}F\varrho\cos\nu - \tfrac{1}{2}Rr\ , \ldots\ldots\ldots (21)$$

Daar nu $\frac{1}{2}\varrho F\cos\nu$ gelijk de viriaal der kracht in het middenpunt C van den kromte cirkel, $\frac{1}{2}rR$ die voor het punt O is, waarop r betrekking heeft, zoo volgt, *dat* $\frac{1}{4}\frac{d^2(mr^2)}{dr^2}$ *gelijk is aan het verschil der virialen voor de punten* C *en* O; of wanneer V de dubbele viriaal voorstelt, zal

$$\tfrac{1}{4}P'' = \tfrac{1}{2}V_c - \tfrac{1}{2}V_0, \ldots\ldots\ldots (21_a)$$

Laat men het punt O veranderen, zoo zal daar $\frac{1}{2}Rr =$

$\frac{1}{2} F r \cos\varphi$, de tweede viriaal dezelfde blijven voor alle punten, waarvoor $r\cos\varphi = d$ constant blijft, dat is voor alle punten eener loodlijn op de krachtrichting. Gaat die loodlijn door het krommingsmiddelpunt C van het punt p der baan, waar zich het bewegende punt bevindt, zoozal daar dan $d = \varrho \cos\nu$

$$\frac{1}{4} P'' = \frac{1}{2} F (\varrho \cos\nu - r\cos\varphi) = \frac{1}{2} F (\varrho\cos\nu - d), \quad . \quad (21_b)$$

verdwijnen; ligt O op eene loodlijn, wier afstand tot het bewegende punt grooter is dan die der nullijn, zoo is P'' *negatief*, voor kleinere afstanden *positief*. Voor het bewegende punt (of liever voor de loodlijn op de krachtrichting, die door dit punt gaat) verdwijnt de tweede viriaal en dan is:

$$\frac{1}{4} P'' = \frac{1}{2} F \varrho \cos v = \frac{1}{2} m v^2,$$

of

$$P'' = 4\,T.$$

11. Omgekeerd kunnen wij eene uitdrukking zoeken voor het viriaalverschil en vinden dan rechtstreeks de volledige viriaalvergelijking. Wij hebben toch, als wij eenvoudigheidshalve O op de richting van den kromtestraal nemen, daar dan $\nu = \varphi$,

$$R = F\cos\varphi = F\cos\nu,$$

en vinden voor bedoeld verschil:

$$\frac{1}{2}(V_c - V_0) = \frac{1}{2}(F\varrho\cos\nu - Fr\cos\varphi) = \frac{1}{2} R(\varrho - r)$$
$$= \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} Rr \quad , \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Nu is voor het punt O als oorsprong der polaire coördinaten der kromme, die het bewegende punt beschrijft,

$$v^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

terwijl, zoo als bekend, voor de kracht R volgens den voerstraal r,

$$R = m r \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 - m \frac{d^2 r}{dt^2};$$

dus volgt:

$$\frac{m}{2}v^2 - \tfrac{1}{2}Rr = \frac{m}{2}\left\{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 - r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + r\frac{d^2r}{dt^2}\right\} =$$

$$= \frac{m}{2}\left\{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r\frac{d^2r}{dt^2}\right\} = \frac{m}{2}\frac{d}{dt}\left(r\frac{dr}{dt}\right) = \frac{m}{4}\frac{d^2r^2}{dt^2},$$

dat is

$$\frac{m}{2}v^2 = \tfrac{1}{4}\frac{d^2mr^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2}Rr, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

zijnde de volledige viriaalvergelijking.

12. Bij stationaire beweging van een stelsel zal, zooals wij in n^0. 1 opmerkten, en dit geldt ook voor de stationaire beweging van een enkel stoffelijk punt, de term $\frac{1}{4}\frac{d^2mr^2}{dt^2}$ verdwijnen, zoodat de vergelijking (23) overgaat in

$$\frac{m}{2}\overline{v^2} = \tfrac{1}{2}\overline{Rr} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

de gemiddelde levende kracht van het deeltje is gelijk aan zijne gemiddelde viriaal, welke ook de oorsprong van coördinaten zij, ten opzichte waarvan r gerekend is.

Dit laatste wordt na het boven behandelde verklaarbaar; daar toch de gemiddelde waarde van P'', het viriaalverschil, nul is, blijkt het, dat *de gemiddelde virialen* ten opzichte van het veranderlijk krommingsmiddenpunt en van eenig willekeurig aangenomen punt O dezelfde waarden hebben; m. a. w. *de gemiddelde* der virialen ten opzichte van het punt O is onafhankelijk van de plaats van dit punt, dus voor alle punten van het vlak dezelfde en steeds gelijk de gemiddelde der virialen ten opzichte der verschillende krommingsmiddenpunten van de baan, die het bewegende deeltje doorloopt.

Dit is dan de eigenlijke beteekenis der vergelijking (24) en hetzelfde geldt voor een stelsel punten bij stationaire beweging, waardoor dan het vruchtbare theorema van CLAUSIUS, »de gemiddelde levende kracht is gelijk aan de gemiddelde »viriaal" op eigenaardige wijze te voorschijn treedt.

Passen wij dit ten slotte toe op het eenvoudige geval van een enkel deeltje m, dat zich tengevolge eener constante, naar het middenpunt gerichte kracht F, met constante snelheid langs een cirkelomtrek beweegt.

Ingevolge form. (16_a) zal als a den straal der cirkels voor een punt O op een afstand l van het middenpunt C,

$$P'' = 2\,m\,v^2\,\frac{l}{a}\cos\alpha = 2\,F\,l\cos\alpha = 2\,F\,l\cos(n\,t),$$

waarin α de hoek is die CO met Cp maakt, en daar deze evenredig aan den tijd verandert, kan $\alpha = n\,t$ gesteld worden, waarbij n constant.

Vergelijking (21_a) geeft verder,

$$\tfrac{1}{2}\,V_0 = \tfrac{1}{2}\,V_c - \tfrac{1}{4}\,P'' = \frac{m\,v^2}{2} - \tfrac{1}{2}\,F\,l\cos(n\,t)$$

zoodat voor de *gemiddelde* waarde,

$$\tfrac{1}{2}\,\overline{V_0} = \frac{m}{2}\,\overline{v^2} - \tfrac{1}{2}\,\frac{F\,l}{t}\int_0^t \cos(n\,t)\,dt,$$

$$= \frac{m}{2}\,\overline{v^2} - \tfrac{1}{2}\,F\,l\left(\frac{\sin(n\,t)}{n\,t}\right);$$

voor groote waarden van t zal, daar dan

$$lim.\left(\frac{\sin(n\,t)}{n\,t}\right) = 0,$$

$$\tfrac{1}{2}\,\overline{V_0} = \frac{m}{2}\,\overline{v^2}$$

of de gemiddelde viriaal van het deeltje voor *eenig willekeurig punt* O zal gelijk zijn aan zijne gemiddelde levende kracht.

Utrecht, April 1884.

RAPPORT

OVER

DE VERHANDELING VAN DE HEEREN

J. C. KAPTEYN en W. KAPTEYN.

LES SINUS DE QUATRIÈME ORDRE.

(Uitgebracht in de Vergadering van 25 April 1884).

1. Zooals bekend is, worden de reeksen voor de goniometrische sinus en cosinus, evenals die voor de hyperbolische functiën, afgeleid uit de reeks voor de exponentiëele functie, met reëelen of complexen exponent, door het uitnemen der termen van evene of onevene orde. Dat men op die wijze kan voortgaan, dat is door het uitnemen der termen van de orde p, $2p$, $3p$, enz., evenzeer belangrijke reeksen kan samenstellen, was reeds aan VINCENTIUS RICCATI (1757) bekend. Sedert, en vooral in het laatste derde dezer eeuw, zijn deze vormen herhaaldelijk behandeld, voornamelijk in de Duitsche wiskundige tijdschriften: maar, hetgeen wel vreemd mag heeten, elk schrijver begon opnieuw, uit zijn eigen gezichtspunt, zonder iets op zijn voorganger te letten. Vandaar ruim een dozijn voorloopers van de onderwerpelijke verhandeling. In meer dan één opzicht is daarbij de door onze schrijvers ook aangehaalde, soms gevolgde, verhandeling belangrijk van den Grazer Hoogleeraar KNAR in het GRUNERT's *Archiv der Mathematik und Physik*, 1856, Bd. 27, S. 365—470.

Door onze schrijvers worden deze functiën bepaald door de

reeks $\sum_{k=0}^{k=\infty} (\pm 1)^k \frac{z^{\mu+kn}}{(\mu+kn)!}$, en wel in deze verhandeling voor $n = 4$; zoodat er voor $\mu = 1, 2, 3, 4$ vier onderscheidene sinussen der vierde orde ontstaan.

Het stuk is in twee afdeelingen gesplitst: de eerste bevat de theorie dezer functiën; de tweede hare toepassingen bij de ontwikkeling van functiën in reeksen.

2. In het eerste gedeelte nu worden reeds dadelijk de reeksen met het + teeken, de hyperbolische sinussen der vierde orde, en die met het — teeken (dus afwisselende teekens), de elliptische, telkens tegelijk behandeld; hetgeen zeer gemakkelijk is, omdat de laatsten ontstaan door in de eerste voor de veranderlijke z te stellen $z\eta$, waarbij $\eta = \sqrt{-1} = r(1+i) = (1+i)\sqrt{\frac{1}{2}}$. Deze methode heeft vóór bij die van KNAR, die alleen de laatste functie behandelt; geeft een goed overzicht, en veroorlooft ons betrekkingen af te leiden tusschen die beide soorten van functiën onderling.

Vooreerst vindt men, dat zij voldoen aan de differentiaalvergelijking $\frac{d^4y}{dz^4} \pm y = 0$; vervolgens, dat zij kunnen uitgedrukt worden door exponentieelen, zonder of ook met goniometrische functiën. En hierbij worden in (17) en (18) betrekkingen tusschen beide soorten van functiën afgeleid.

In § 3 stellen schrijvers het optellingstheorema (19) en (20) op: de afleiding uit (15) en (16) ware hier op hare plaats geweest, wegens het groote belang van deze stelling. Daarna verschillende gevolgen daarvan, o. a. de produkten van twee factoren, de betrekkingen voor het dubbele argument. En deze geven weder de betrekkingen (28) en (29), die overeenstemmen met de goniometrische formule $sin^2 x + cos^2 x = 1$; ten slotte eene betrekking in den vorm van een determinant.

§ 5 geeft de formulen, die overeenkomen met het theorema van DE MOIVRE; § 6 de sommen van eindige reeksen, waarbij de argumenten opklimmende veelvouden vormen van het oorspronkelijk argument.

Nu volgt in § 7 eene discussie over de wortels of nulpunten dezer functiën, en hare onderlinge betrekking. Het

ware wenschelijk, hierbij duidelijker de periodiciteit dier functiën te doen uitkomen, en onder anderen de waarden van a_k, enz. aan te geven, die later in § 13 ook worden aangehaald. Daarmede zouden dan ook verschillende der volgende formulen, waar nu de a_k, enz. zijn blijven staan, na invoering dier waarden, een meer doorzichtigen vorm hebben verkregen.

§ 9 geeft ons de ontwikkeling in gedurige produkten naar de methode van CAUCHY; § 11 en 13 die van de quotiënten van functiën van dezelfde soort, alsook § 12 en 14 die van de omgekeerde waarden dier functiën in reeksen; eerst in breuken, die een binomium tot noemer hebben; dan volgens de opklimmende machten van het argument. In dit laatste geval komen weder de reeds vroeger gebruikte coëfficiënten T, en ook nieuwe S ter sprake, en deze worden nu in een eenvoudig verband gebracht met de Bernoulliaansche coëfficiënten; zij worden verder in § 15 aan een bijzonder onderzoek onderworpen.

Na in § 16 en 17 nog eenige ontwikkelingen te hebben gegeven, behandelen schrijvers in § 18 de differentiaalvergelijking

$$\frac{d^4y}{dz^4} \pm m^4y = F(z)$$

naar de methode van de variatie der standvastigen.

3. Het tweede gedeelte der verhandeling begint met eene, zooals de schrijvers dan ook zelve erkennen, zeer ongewettigde beschouwing. Het geldt toch de ontwikkeling van eene holomorphe functie in eene reeks van hunne sinussen met opklimmende veelvouden van het argument. Vooreerst wordt hier zulk eene ontwikkeling voorop gezet, waarbij de verschillende termen opvolgende onbekende coëfficiënten b_k ontvangen; en men weet toch, dat zulk gebruik van de methode der onbepaalde coëfficiënten ongeoorloofd is, zoolang niet a priori het bestaan van den onderstelden vorm der reeks bewezen is; iets, dat hier zeer moeilijk zoude gaan. Vervolgens wordt eene functie aangenomen, wier ontwikkeling alleen machten van den vorm $4k + 1$ bevat, om ze met de

functiën $\mathfrak{B}$ in overeenstemming te kunnen brengen, en nu worden de coëfficiënten, zooals gewoonlijk, term voor term, gelijk gesteld. Langs dien weg verkrijgt men dus een oneindig aantal vergelijkingen, met een evenzeer oneindig aantal onbepaalde coëfficiënten b_k. In plaats van nu deze b óf rechtstreeks te bepalen, óf althans daartusschen wederkeerige betrekkingen op te maken, slaan schrijvers een geheel anderen weg in. Zij bepalen zich tot de p eerste vergelijkingen, en nemen daarin slechts de p eerste onbepaalde coëfficiënten b_1 tot pb_ρ op; en laten, na de behandeling van dit bijzondere vraagstuk, p tot ∞ naderen. Ook deze methode is zeer gevaarlijk; en dit nog te meer, omdat de convergentie van dat oneindig aantal oneindige reeksen alles behalve bewezen is.

Thans maken de schrijvers een zeer vernuftig gebruik van eene oplossing, door LAGRANGE gegeven voor een stelsel p lineaire vergelijkingen met p onbekenden α, waarvan de coëfficiënten van x_k bijv. achtereenvolgens zijn 1, α_k, α_k^2, $\alpha_k^3 \ldots . \alpha_k^{p-1}$, en waarbij de tweede leden u_k mogen heeten. De oplossing van LAGRANGE in een veelterm van deze u_0 tot u_{p-1} herleiden zij zoodanig, dat de coëfficiënt van eenige u_k uit $k+1$ termen bestaat. In deze uitkomst nu speelt de p veelal de rol van index, en komt in alle termen voor. En nu wordt $p = \infty$ gesteld, worden de grenzen der verschillende grootheden bepaald; en uit deze, alzoo schijnbaar althans zeer twijfelachtige, uitkomst worden de gezochte coëfficiënten b ten slotte door bepaalde integralen (109) voorgesteld; waarna nog eene meer eenvoudige ontwikkeling (113) volgt, met de uitdrukking der coëfficiënten (112).

Deze verkregen uitkomsten worden nu getoetst aan een stel vergelijkingen (72) uit het eerste gedeelte der verhandeling; en vervolgens worden de betrekkingen (112) rechtstreeks afgeleid, als eenmaal de ontwikkeling (113) is aangenomen.

En nu volgt een tafeltje (115) tot (118), met uitkomsten der ontwikkeling van functiën $F(z^4)$, $zF(z^4)$, $z^2F(z^4)$ en $z^3F(z^4)$ volgens elke der sinussen $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$; en daaruit wordt een dergelijk tafeltje (119) tot (122), afgeleid naar de sinussen A, B, C en D. Daardoor zijn schrijvers nu in

staat, elke holomorphe functie te ontwikkelen door middel der identieke vergelijking (123),

$$\begin{aligned}\psi(z) = &\tfrac{1}{4}[\psi(z) + \psi(-z) + \psi(iz) + \psi(-iz)]\\ &+ \tfrac{1}{4}[\psi(z) - \psi(-z) - \psi(iz) + \psi(-iz)]\\ &+ \tfrac{1}{4}[\psi(z) + \psi(-z) - \psi(iz) - \psi(-iz)]\\ &+ \tfrac{1}{4}[\psi(z) - \psi(-z) + \psi(iz) - \psi(-iz)],\end{aligned}$$

en verkrijgen alzoo de vier theoremas (125); voor ηz, in plaats van z ontstaat daaruit nu het stelsel (127), waar de sinussen $\mathfrak{A}$, enz. door de sinussen A, enz. zijn vervangen.

Ten slotte worden 1, z, $\frac{z^2}{1.2}$, $\frac{z^3}{1.2.3}$ in (129) tot (132) ontwikkeld, en evenzeer de sinussen A, B, C, D van θz in (133) tot (136).

4. Niettegenstaande het fraaie van al deze uitkomsten, staan zij, naar hetgeen boven is gezegd, op losse schroeven. Daarom willen schrijvers in § 6 overgaan tot een regelmatig, streng wiskundig bewijs, met bepaling der grenzen, waartusschen die uitkomsten alleen geldig zijn. Dit doel willen zij bereiken door de reeksen, die het tweede lid in de formulen (125) vormen, te sommeeren, en het grensgebied te onderzoeken; zij betoogen eerst, dat bijaldien het theorema (125) werkelijk juist is, ook de formule (127) geldt niet alleen, maar ook dat daaruit de juistheid der vroegere formulen (115) tot (122) af te leiden is.

Schrijvers bezigen nu daartoe de laatste dier vergelijkingen (125), die eerst herleid wordt tot de som van twee gelijksoortige oneindige reeksen (142); deze worden weder in dubbele sommatiën omgezet. Voor de eerste sommatie worden nu de vroeger op niet wetenschappelijke wijze gevonden formulen (136) gebruikt, en daarmede het bewijs voltooid.

Men moet derhalve thans het stelsel (133) tot (136) streng afleiden, en wel uit elk stel slechts ééne vergelijking, omdat de drie andere telkens door differentiatie kunnen worden gevonden, zooals in eene noot bewezen wordt. Schrijvers komen tot vier differentiaalvergelijkingen (151), en schrijven

daarin voor de termen, die de afhankelijk veranderlijke niet bevatten, de later te bewijzen waarden P, Q, R en S; deze differentiaalvergelijkingen hebben den vorm, die in § 18 van het eerste gedeelte zijn geïntegreerd, en leveren in hare integralen de gewenschte formulen (148) terug.

Men heeft nu die vier aangenomen waarden (155) te bewijzen. Daartoe gebruiken schrijvers twee FOURIER'sche ontwikkelingen (156) en (158) van eene functie voor goniometrische sinussen en cosinussen van veelvouden van het argument, waarvan de eerste, als een nieuwe vorm, afzonderlijk bewezen wordt. Alzoo verkrijgen zij ontwikkelingen voor de breuken.

$$\frac{e^{mx} \pm e^{-mx}}{e^{\frac{1}{2}m\pi} + e^{-\frac{1}{2}m\pi}} \quad \text{en} \quad \frac{e^{mx} \pm e^{-mx}}{e^{m\pi} - e^{-m\pi}},$$

en deze leveren voor de beide eerste (155), nam. P en Q, dubbelsommen, die na verandering van de orde der sommatiën gemakkelijk tot de verwachte waarden voeren. En daarmede zijn dan de tweede en derde vergelijking (125), en dus ook (115) en (117) bewezen. Daarna wordt het grensgebied bepaald.

De bepaling der beide overige grootheden R en S, van (144) gaat nu gemakkelijker; en daaruit volgt wederom de geldigheid van de tweede en vierde der vergelijkingen (125), en dus ook van (116) en (118).

Hiermede is nu in § 6 tot § 12 het gezochte wetenschappelijke bewijs der vorige uitkomsten gevonden; al kan men dan ook dit bewijs nog niet fraai noemen.

5. Ten slotte nog eenige gevolgen: in § 13 vindt men eene wederkeerige betrekking tusschen de grootheden S_{0k}; in § 14 eene andere door middel van een theorema (175). Daarop volgen acht stellen van vier dergelijke theoremas elk, die eene verschillende uitkomst geven, naarmate twee veelvouden m en n gelijk zijn of niet. Ten slotte nog eenige gevolgen, afgeleid door differentiëeren en daarop onderling verbinden.

De verhandeling wordt besloten met vier tafels.

I. De kleinste wortels van de sinussen A, B, C, D.

II. Omgekeerde waarden van A, B, C, D voor het argument kx, $k = 1, 2, \ldots 5$.

III. Waarden der sinussen A, B, C, D, voor $x = \frac{k}{10}$, $k = 1, 2, \ldots 10$.

IV. Logarithmische waarden van A, B, C, D voor $x = \frac{k}{10}$, $k = 1, 2, \ldots 80$.

6. Het is geoorloofd, hier nog op een paar ondergeschikte punten te wijzen.

Vooreerst dat het weglaten van het argument z, achter het teeken der acht sinussen, wanneer elk ander argument natuurlijk wel wordt nedergeschreven, in strijd is met den gewonen regel; de enkele A bijv. is steeds het teeken voor eene standvastige, en kan dus niet in plaats van Az worden geschreven. Alzoo toch komen A en Akz in dezelfde formule voor, dat geheel onregelmatig is. Bovendien verkrijgen alzoo deze B en de Bernoulliaansche coëfficiënten later eene dubbele beteekenis, en dit geeft tot verwarring aanleiding. Al neemt de schrijfwijze Az, in plaats van A, iets meer plaats in, zij is toch de alleen geoorloofde in dit opstel.

Vervolgens is het dubbel gebruik van enkele letters soms lastig. Zoo worden de letters G, H, L en M bij de vergelijkingen (125) en (150) zeer verschillend gebruikt, terwijl de M in (96) nog een geheel andere beteekenis heeft. P en Q zijn verschillend in § 8 en formule (155), terwijl de eerste later in (98), de tweede in (108) eene derde beteekenis heeft; R in (137) en (155), S in (63) en (155), T in (45) en (145) zijn geenszins dezelfde. Gedeeltelijk kan men bij den druk hier tegemoet komen, door enkele dezer letters romeinsch te drukken.

7. Uit dit verslag, dat uit den aard der zaak wat uitvoeriger moest worden, zal U gebleken zijn, dat, niettegenstaande er eenige aanmerkingen te maken waren, toch

het stuk eene verzameling van belangrijke onderzoekingen bevat. Wij aarzelen dan ook niet de opneming daarvan in de Verhandelingen in 4^0, zooals wegens den vorm van de formulen wenschelijk schijnt, aan te bevelen.

Leiden en *Amsterdam*, April 1884.

D. BIERENS DE HAAN.
D. J. KORTEWEG.

OVER DE TIJDSBEPALING

DER

GROOTSTE EXPLOSIE VAN KRAKATAU OP 27 AUGUSTUS 1883.

DOOR

R. D. M. VERBEEK.

Onder de talrijke vulkanische verschijnselen van het merkwaardige jaar 1883 trekken twee uitbarstingen bijzonder de aandacht.

Een daarvan is, ik behoef het nauwelijks te zeggen, de geweldige uitbarsting van Krakatau, die onder alle vulkanische erupties, waarvan het menschdom getuige was, of zijn zal, zeker eene eerste plaats zal blijven bekleeden.

De tweede is de uitbarsting van den berg Augustin, een eiland in de Cook's Sond in Alaska (N. W. Amerika). Deze vulkaan, die reeds in Augustus van het vorige jaar begon te werken, had den 6den October des morgens te 8 uur eene hevige uitbarsting, waarbij de berg van boven tot beneden in twee deelen gespleten werd. Het noordelijkste stuk is, volgens het bericht, in zee gezonken; de teekening, die hiervan gegeven wordt *) zou echter eer doen vermoeden dat niet de geheele noordelijke helft gezonken, maar alleen het bovenste gedeelte van het noordelijke stuk in zee gevallen is. Hoe dit ook zijn moge, zeker is het, dat de

*) *Science*, Vol. III 1884, p. 188.

groote golf, die 25 minuten nadat de hevige knal gehoord was, te Port Graham, aan het zuidoostelijke uiteinde der baai aankwam, veroorzaakt is door de plotselinge indompeling van eene grootegesteente-massa in zee, en *niet* door aardbevingen. Wij vinden hierin eene merkwaardige overeenkomst met Krakatau; ook hier hadden tijdens de uitbarsting geen noemenswaardige aardbevingen plaats; de piek spleet van boven tot onder in twee deelen, en de groote golf werd door de instorting veroorzaakt, zooals ik reeds in mijn »Kort Verslag over de uitbarsting van Krakatau" heb vermeld.

Eene overeenstemming van anderen aard bestaat tusschen Krakatau en Santorin, in den Griekschen Archipel.

Zooals bekend is, bestaat Santorin uit gesteenten van zeer verschillenden ouderdom; de eilanden Thera, Therasia en Aspronisi behooren tot een ouden kraterwal, die de golf van Santorin insluit. Die golf werd bij de uitstorting van den vulkaan in praehistorische tijden gevormd. Binnen den ring, door de oudere producten gevormd, hadden op verschillende tijden eruptiën plaats, waarbij drie eilanden ontstonden, de zoogenaamde Kaiménen, evenals de Vesuvius in den Monte-Somma-ring.

Bij Krakatau zijn eveneens eruptieproducten van verschillenden ouderdom te onderscheiden. Verlaten- en Lang-eiland zijn gedeelten van een ouden kraterwal, het boven zee uitstekende overschot van een zeer grooten ingestorten vulkaan. Ook de Piek, het zuidelijke gedeelte van het vroegere Krakatau, behoort tot de oudere gesteenten van de groep, maar daar de berg grootendeels uit bazalt bestaat, Lang-eiland daarentegen uit een glasrijken augietandesiet, werd die vulkaan bij eene bijzondere eruptie gevormd.

Binnen den ring, gevormd door Verlaten-eiland, Lang-eiland en de Piek, hadden later belangrijke eruptiën plaats, waarbij de augietandesieten van het noordelijke gedeelte van Krakatau gevormd werden. Zij vormden ten slotte één eiland met de Piek, het Krakatau zooals wij dit vóór 1883 kenden, en dat zich tot dicht in de nabijheid van Verlaten- en Lang-eiland uitstrekte.

Over den tijd, waarop dit noordelijke gedeelte van Krakatau gevormd werd, bezitten wij geen mededeelingen; alleen is het bekend, dat in 1680 eene waarschijnlijk niet zeer belangrijke eruptie aan het noordelijke uiteinde plaats had. Daarop is de uitbarsting van Mei tot Augustus 1883 gevolgd, eindigende met de instorting van het centrale gedeelte van den vulkaan; de oudere gesteenten bleven meest alle gespaard, alleen is de noordelijke helft van de Piek mede in de diepte verdwenen.

Het is niet onmogelijk dat later nieuwe eilanden tusschen de drie bestaande zullen verrijzen, want daar Krakatau voor eruptiën op een bijzonder gunstig punt gelegen is, kan men wel aannemen dat de onderzeesche werkzaamheid over eenigen tijd weder een aanvang zal nemen.

Reeds 3 jaar geleden heb ik er op gewezen *) dat Krakatau op eene spleet gelegen is, die dwars door Straat Soenda loopt, van den Radja Bassa op Sumatra naar den Goenoeng Pajoeng op Java.

Maar ook de meer of minder gebogen lijnen, waarop de vulkanen van Sumatra en van Java liggen, snijden elkaar bij dien vulkaan.

Als hoofdrichting voor Sumatra kan men de lijn aannemen, die Atjeh-hoofd met den berg Tangka (of Kalambajan) vereenigt; zij heeft eene richting van $138^1/_2{}^0$—$318^1/_2{}^0$, dus ongeveer N.W.—Z.O.

Voor Java kan men als hoofdrichting der vulkanen en tevens als lengteas van het eiland de lijn aannemen, die den westelijksten vulkaan op Java, de Karang, met de oostelijkste vulkaantoppen vereenigt, namelijk de Wilis, Keloet, Kawi en Semeroe; de richting van deze lijn is 105^0.

Beide lijnen snijden elkander onder een hoek van ruim 33^0 en het snijpunt valt met den vulkaan Krakatau samen.

Daar nu ook de Soenda-dwarsspleet over Krakatau loopt, snijden de *drie* lijnen elkander bij dezen vulkaan; Krakatau ligt

---

*) *Verhandelingen van de Kon. Akad. van Wetensch.*, Deel XXI, 1881. Verbeek en Fennema, Nieuwe geologische ontdekkingen op Java, blz. 13.

dus op een zwak punt van de aardkorst (zie de hierbij gevoegde teekening van Straat Soenda).

De genoemde lijnen vormen de doorsnede van drie vlakken met de aardkorst, waarlangs hoogst waarschijnlijk verschuivingen van den bodem plaats gehad hebben. Uit de dieptecijfers op de zeekaart van 1874 door BLOMMENDAL, is te zien dat de diepte ten Z. O. van Krakatau, dus ten O. van de Soendaspleet, niet meer dan 100 tot 108 meter bedraagt; ten Z. W. van Krakatau, dus ten W. van onze dwarsspleet, daarentegen 122 tot 144 meter. Het zuidwestelijk gedeelte van Straat Soenda is dus belangrijk dieper dan de overige gedeelten. Dit stuk is dus meer gezakt, of minder opgeheven, dan de aangrenzende stukken; onze spleten zijn dus door verschuiving ontstaan.

Wanneer wij de bijzonder gunstige ligging voor erupties in aanmerking nemen, dan moeten wij er ons minder over verwonderen dat Krakatau in het vorige jaar zulk eene hevige uitbarsting had, dan wel daarover dat de vulkaan meer dan 200 jaren in rust verkeerde.

De groote bewegingen van de lucht en van de zee, die ten gevolge van de uitbarsting van Krakatau op 27 Augustus ontstonden, maken het wenschelijk, eene zoo juist mogelijke bepaling te geven van den tijd, waarop de golven ontstonden, omdat van dit tijdstip de snelheid der beweging afhangt.

Bij gebrek aan aanwijzingen van zelfregistreerende barometers, heb ik den tijd der hevigste explosies gedurende de uitbarsting van Krakatau bepaald door de aanwijzingen van den indicateur der gasfabriek te Batavia.

De drukkingslijn der gasfabriek, voortgebracht door een potlood, dat overeenkomstig de in de gasfabriek gegeven gasdrukking gewoonlijk eene meer of minder regelmatige kromme lijn teekent, op een papier dat op een ronddraaienden cilinder gespannen is, vertoont van Zondag 26 Augustus des avonds 5 uur tot Maandag morgen 27 Augustus

11 uur, een vijftiental spitse punten, die toe te schrijven zijn aan luchtgolven, welke op den regulateur der gasfabriek eene drukking uitoefenden, waardoor de drukking niet alleen in den regulateur zelf, maar ook in den daarmede verbonden indicateur, verhoogd werd.

De grootste schommelingen hadden plaats den 27sten des morgens te 5 u. 43 m., 6 u. 57 m., 10 u. 15 m. en 11 u. 5 m. *Batavia*-tijd, en van deze *is* de derde storing, namelijk die van 10 u. 15 m., verreweg de grootste van alle.

Ofschoon deze storing zich in de drukking-aanwijzing zeer scherp en plotseling voordoet, had de beweging volstrekt niet als een schok of stoot plaats, maar zeer geleidelijk. In de figuur is te herkennen, dat de periode van de grootste storing ongeveer $^1/_4$ uur bedroeg; het potlood steeg gedurende 7 of 8 minuten en daalde daarna ongeveer even lang. De drukking werd van ± 15 millimeters waterdruk te 10 uur verhoogd tot 80 millimeters, gevende een verschil van 65 millimeters waterdruk, gelijkstaande met $\frac{65}{13} = 5$ millimeters kwikdruk.

Aan boord van het Nederl. Stoomschip Prinses Wilhelmina, kommandant Visman, liggende in de buitenhaven van Tandjoeng Priok, gingen tusschen 9 en 12 uur des morgens van dien dag een kwik- en twee aneroïdebarometers tusschen 750 en 762 millimeters in korte tusschenpoozen op en neer. Nemen wij aan dat de rijzing en daling boven en beneden den oorspronkelijken stand gelijk waren, wat waarschijnlijk niet geheel het geval geweest is, dan zou de vermeerdering in luchtdruk 6 millimeter hebben bedragen.

Dit cijfer komt zeer nabij het bovenstaande, hetwelk wij uit de aanwijzing van den indicateur vonden. De luchtgolf werkte hier even alsof men op het deksel van den regulateur gewichten plaatste, om de drukking te vergrooten, met dit onderscheid, dat die vermeerdering dan plotseling gebeurt, door de luchtgolf echter meer geleidelijk geschiedde. Ik meen dus te mogen aannemen, dat de rijzing van den indicateur tevens eene maat voor de grootte van de vermeerdering der luchtdrukking aangeeft, en dat dus, die vermeerdering te Batavia

niet minder dan 5 tot 6 millimeters, dat is $\frac{1}{150}$ tot $\frac{1}{125}$ van den druk van den geheelen atmosfeer, bedroeg.

Volgens den gezagvoerder LOGAN van het schip Berbice, zouden de afwijkingen in Straat Soenda zelfs 2 Eng. duimen, dus 50 millimeters, bedragen hebben.

Bovenstaande drukkingen zijn echter reeds voldoende om het gevoel van doofheid en de suizingen in de ooren te verklaren, die door sommige personen gedurende de uitbarsting zijn opgemerkt.

Nemen wij aan, dat de luchtgolven dezelfde snelheid hadden als het geluid, namelijk 347 meter per seconde bij 25° Cels., dan werd de afstand van 150 kilometer, van Krakatau tot Batavia, in $7^1/_5$ minuut afgelegd. In werkelijkheid was de snelheid, zooals uit latere waarnemingen is gebleken, iets geringer, zoodat de tijd 8 minuten bedroeg; dit, trouwens niet zeer belangrijke, verschil heb ik hieronder in rekening gebracht.

Voegen wij hierbij $1^2/_3$ minuut voor traagheid van den toestel, hetgeen waarschijnlijk te veel is, daar de indicateur bijna onmiddellijk de verhooging in druk aanwijst, als er gewichten op den regulateur geplaatst worden; en brengt men dan nog $5^1/_3$ minuut tijdsverschil in rekening, daar het lengteverschil tusschen Krakatau en Batavia $1^1/_3{}^0$ bedraagt, dan had dus de grootste explosie plaats te $10^u 15^m - (8^m + 1^2/_3{}^m + 5^1/_3{}^m) = 10^u$ *Krakatau*-tijd, met eene onzekerheid van $1^2/_3$ minuut.

Uit barometerstoringen op verschillende plaatsen van Europa en Amerika, heeft Generaal STRACHEIJ berekend *) dat de golf te 9 u. 24 m. Krakatau-tijd ontstond. Het verschil met onze tijdsbepaling wordt waarschijnlijk hoofdzakelijk daardoor veroorzaakt, dat de barogrammen op te kleine schaal waren om zeer zuivere metingen toe te laten, gedeeltelijk ook daar-

---

*) *Nature*, N°. 738, Dec. 20, p. 181.

door, dat het geenszins gemakkelijk is om dezelfde phase der storing bij hare terugkomst te herkennen.

De op verkleinde schaal geteekende barogrammen van de Europeesche stations, die gepubliceerd zijn in de *österr. Zeitschrift für Meteorologie* *) en de barometeraanwijzing van Utrecht, mij door de welwillendheid van Professor BUIJS BALLOT toegezonden, zijn op te kleine schaal om den tijd van het maximum der verschillende golven met juistheid te kunnen bepalen. Kort geleden ontving ik van den heer H. C. RUSSELL, Government Astronomer te Sydney, de zeer fraaie barogrammen van die plaats van 24 tot 31 Augustus, die 5 storingen vertoonen, welke ons in staat stellen de boven gegeven tijdsbepaling der explosie te controleeren.

Op bijgaande afbeelding zijn de 4 eerste dezer storingen voorgesteld. De eerste had plaats 27 Augustus tusschen 5 en 7 uur namiddag; de tweede 28 Augustus tusschen 6 en 8 uur namiddag; de derde 29 Augustus tusschen 4 en 7 uur des morgens; de vierde 30 Augustus tusschen 6 en 8 uur des morgens; de vijfde, die niet zeer duidelijk meer is, 30 Augustus tusschen 2 en 8 uur des namiddags.

De 1stc storing vertoont 17 verschillende golven met eene gemiddelde periode op de tijdschaal van $7^1/_2$ minuut. Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten stand bedraagt 0.109 inch. = 2.76 millimeter.

Het hoogste punt van de lijn ligt ongeveer in het midden van de geheele storing; dit maximum heeft plaats te 6 u. $3^1/_2$ m. namiddag. Bij de 2de storing ligt het maximum eveneens ongeveer in het midden van de storing, en heeft plaats te 7 u. 14 m. namiddags. De 3de storing vertoont weder 17 golven, maar de vorm is niet meer dezelfde als van de 1ste storing. Als punt, dat met ons maximum van de eerste storing overeenkomt, is het maximum van 5 u. $39^1/_2$ m. voormiddags gekozen, liggende in het midden van de storing, en behoorende bij de 9de golf, even als in de storing I.

---

*) *Zeitschrift d. österr. Gesellsch. für Meteor.* Band XIX. Seite 97.

Het maximum van de 4de storing eindelijk heeft plaats te 7 u. 5 m. voormiddags.

Wanneer wij nu aannemen, dat de vier storingen veroorzaakt zijn door eene luchtgolf, of liever eene serie van luchtgolven, die tijdens de uitbarsting van Krakatau werden afgezonden, en wel de 1ste en de 3de storing door de golfbeweging van West naar Oost, de 2de en de 4de storing door de beweging van Oost naar West, en verder, dat de vier genoemde maxima overeenkomen met de golf van 10 uur voormiddag, dan kunnen wij hieruit de snelheid der golven berekenen.

De krater *Danan* van Krakatau lag op:

6^0 7′ Z. Br.

$105^0$26′ O. L. van Gr.

Het observatorium te Sydney ligt op:

$33^0$51′41″ Z. Br.

$151^0$11′50″ O. L. van Gr.

Het verschil in lengte is derhalve $151^0$11′50″—$105^0$26′ = $= 45^0$45′50″ of 3 u. 3 m. in tijd.

De afstand tusschen die plaatsen volgens den grooten cirkel bedraagt van W. naar O. 3033 minuutmijlen en van O. naar W. 18567 minuutmijlen.

	Tijd Sydney.	Tijdsverschil.	Tijd Krakatau.	Verloopen tijd sedert uitbarsting 27 Aug. 10 u. vm.
Max Storing I.	27Aug.6u.3½m.nam.	3 u. 3 m.	27Aug.3u. ½m.nam.	5 u. ½ m.
„ „ II.	28 „ 7u.14m.nam.	3 u. 3 m.	28 „ 4u.11m.nam.	30 u. 11 m.
„ „ III	29 „ 5u.39½m.voorm.	3 u. 3 m.	29 „ 2u.36½m.voorm.	40u.36½m.
„ „ IV.	30 „ 7u. 5 m. voorm.	3 u. 3 m.	30 „ 4u.2 m. voorm.	66 u. 2 m.

De golf I, die direct naar Sydney ging, had dus eene snelheid van $\frac{3033}{5\frac{1}{12}} = 605.6$ minuutmijlen per uur. De golf

II, die in westelijke richting Sydney bereikte: $\frac{18567}{30\frac{11}{60}} = 615.1$ minuutmijlen per uur.

De golf, die van I naar III, dus van W. naar O. om de aarde liep, had daarvoor noodig:

40 u. 36½ m.—5 u. ½ m. = 35 u. 36 m., dus snelheid van I naar III: $\frac{360 \times 60}{35\frac{36}{60}} = 606.7$ minuutmijlen per uur;

en van II naar IV:

tijd = 66 u. 2 m.—30 u. 11 m. = 35 u. 51 m.,

dus snelheid: $\frac{360 \times 60}{35\frac{51}{60}} = 602\,5$ minuutmijlen per uur.

Beweging.	Snelheid in minuutmijlen per uur.	Gemiddeld.	Gemiddelde uit alle waarden.
Krak.— I. W.—O.	605.6	610.3 (607.6) afhankelijk van eruptietijd.	607.5 (607.3)
Krak.—II. O.—W.	615.1 (609.6)		
I—III. W.—O.	606.7	604.6 (607.0) onafhankelijk van eruptietijd	
II—IV. O.—W.	602.5 (607.2)		

Of in meters per seconde:

Beweging.	Snelheid in meters per seconde *).	Gemiddeld.	Gemiddelde uit alle waarden.	Snelheid 10 kil. boven de oppervlakte
Krak.— I. W.—O.	312 05	314.48 afhankelijk van eruptietijd	313.0	313.5
Krak.—II. O.—W.	316.91			
I—III. W.—O.	312.66	311.57 onafhankelijk van eruptietijd		
II—IV. O.—W.	310.48			

*) De geogr. mijl aangenomen op 7420.4, de minuutmijl dus op 1855.1 meter.

Deze getallen, waarvan de eerste twee afhankelijk zijn van den tijd waarop de golf ontstond, de twee laatste daarvan geheel onafhankelijk zijn, komen zeer goed met elkaar overeen, en geven niet alleen het bewijs, dat de tijd der groote explosie werkelijk zeer nabij 10 uur plaats had, maar tevens dat wij uit de storingen ook de goede maxima hebben gekozen. Het cijfer voor de tweede storing wijkt het meest van de overige af, wellicht hadden wij hier niet de golf van 7 u. 14 m., maar die van 7 u. $30^1/_2$ m. moeten nemen, hetgeen eene snelheid van 609.6 mijlen per uur zou gegeven hebben; het vierde cijfer verandert dan in 607.2 mijlen; deze waarden zijn tusschen haakjes in het tafeltje bijgevoegd. Hadden wij echter bij de 3de storing een van de golven vóór de depressie, bijv. die van 4 u. 52 m. genomen, dan was voor de snelheid 620.54 mijlen gevonden, bijna zeker een foutief getal.

De invloed van eene bepaalde windrichting is niet bemerkbaar, anders zouden de 1ste en de 3de waarde voor de beweging van W.—O. *beide* belangrijk grooter, of *beide* belangrijk kleiner geweest zijn dan de 3de en de 4de waarde voor de beweging van O.—W., wat niet het geval is.

Zooals wij hierboven opmerkten is eene fout van ± 2 minuten mogelijk in de tijdsbepaling der explosie, wanneer de traagheid van den indicateur te groot in rekening is gebracht. Nemen wij 10 u. 2 m. als tijd van het ontstaan der golf aan, en tevens in de 3de storing als maximum de golf van 7 u. $30^1/_2$ m., dan verkrijgen wij voor de 4 snelheden 609.65, 610.28, 606.74 en 607.17 mijlen, gemiddeld 608.5 mijlen per uur of 313.5 meter per seconde. Deze cijfers komen nog beter met elkaar overeen dan de boven gegevene. *Ik houd dus* 10 *u.* 2 *m. Krakatau-tijd voor het meest waarschijnlijke uur der grootste explosie.*

Nemen wij eindelijk nog aan, dat de beweging niet langs de oppervlakte der aarde, maar 10 kilometer daarboven plaats had, zoo verandert hierdoor de snelheid slecht 0.5 meter per secunde. De snelheid is dus ongeveer $\frac{1}{17}$ kleiner, dan die van het geluid bij 0^0 Cels.

De periode der verschillende golven van de 1ste storing bedroeg gemiddeld $7^1/_2$ minuut op de tijdschaal, overeenkomende met eene lengte van 140.000 meters. Daar, bij de voortbeweging, de golven in amplitude afnemen, gestrekter worden, versmelten verscheidene golven en golfjes in de teekening als het ware tot ééne golf van zeer lange periode. Hieraan moet worden toegeschreven, dat de golven in sommige barogrammen van Europa schijnbaar eene periode van 1 uur, dus eene lengte van meer dan 1 millioen meters hebben.

Voor de berekening van de snelheid dezer luchtgolven zijn teekeningen van ten minste de grootte der Sydney'sche barogrammen noodig. Eene fout in de tijdsbepaling van het maximum der 1ste storing van slechts 2 minuten, geeft reeds eene fout in de snelheid van 4 mijlen per uur. Voor de 3 volgende storingen echter is eene fout van 2 minuten van weinig belang, omdat het tijdsverloop hier veel grooter is en de betrekkelijke fout dus geringer wordt.

Ik neem de vrijheid hier nog eenige opmerkingen te laten volgen over de geweldige zeegolven, die tijdens de eruptie zijn ontstaan.

Er zijn verscheidene golven op de kusten van Straat Soenda waargenomen; hoofdzakelijk drie, namelijk den 26sten des avonds tusschen $5^1/_2$ en 6 uur, den 27sten des morgens te $6^1/_2$ uur, en na 10 uur. De laatste was verreweg de hoogste van de drie.

De twee eerste golven zijn waarschijnlijk veroorzaakt door het vallen van groote hoeveelheden stoffen in zee, uitgeworpen bij de eruptie's van Zondagavond 5 u. 5 m. en Maandagmorgen 5 u. 28 m. Krakatau-tijd.

De laatste golf kan niet toegeschreven worden aan de explosie van 10 uur, omdat het ontstaan van de golf volgens verschillende waarnemingen, en volgens de peilschaalaanwijzingen te Tandjoeng Priok bij Batavia, vroeger moet plaats gehad hebben.

Uit de tijden van aankomst der groote golf te Tandjoeng

Priok en aan den Vlakken Hoek te 12 u. 30 m. en te 10 u. 30 m. benevens uit de gemiddelde diepten der zee, heb ik de snelheid der golven volgens de bekende formule van Russel: $h = \frac{v^2}{g}$, of $v = \sqrt{gh}$, en hieruit den tijd berekend. Op deze wijze verkrijg ik 9 u. 45 m. Krakatau-tijd voor het waarschijnlijkste oogenblik van het ontstaan der groote golf.

Daar ook aan aardbevingen de golf niet is toe te schrijven, komt het mij voor dat de geweldige instorting van Krakatau de oorzaak moet zijn. Het zeewater was waarschijnlijk reeds kort te voren van boven in den krater gedrongen, de instorting had dus plaats in zee, waarbij eene groote watermassa plotseling verplaatst werd, die de golfvorming ten gevolge had.

De tijdsbepaling is hier veel onzekerder dan bij de luchtgolf, doordat de diepten gedeeltelijk niet voldoende bekend zijn, gedeeltelijk ook van het eene punt naar het andere telkens veranderen, waardoor de gemiddelde diepte, en dus ook de snelheid der golven, eenigszins onzeker blijft. Intusschen is het niet waarschijnlijk dat de fout meer bedraagt dan 7 minuten naar beide zijden, dus 7 minuten vroeger of later dan 9 u. 45 m.

De tot nog toe bekende gegevens over den tijd van aankomst der golven op verschillende kustplaatsen van den Indischen Oceaan, geven natuurlijk voor de snelheid zeer verschillende waarden, omdat bij golven, welker lengte zeer groot, welker hoogte echter gering is ten opzichte van de diepte der zee, de snelheid alleen afhankelijk is van de diepte en wel volgens de hierboven gegevene betrekking van Russel.

De grootste snelheden vond ik in de richting naar Rodriguez, Mauritius en Zuid-Afrika.

Voor den afstand Krakatau-Rodriguez, berekend volgens den grooten cirkel, vond ik eene snelheid van gemiddeld 393.7 zeemijlen per uur of 202.9 meters per seconde; voor Krakatau-Port Elisabeth (Zuid-Afrika) 390.6 mijlen per uur of 201.3 meters per seconde; voor Krakatau-Mauritius 378.3

mijlen per uur of 194.9 meters per seconde, overeenkomende met de zeer belangrijke gemiddelde diepten van 4208, 4142 en 3885 meter. Voor Krakatau-Ceylon werden diepten van 2000 tot 2500 meter gevonden, ofschoon de Engelsche zeekaart hier veel grootere diepten aangeeft. Het is mij nog niet recht duidelijk, waardoor dit verschil veroorzaakt wordt.

De Krakatau-golven geven ons dus een middel aan de hand om bekend te worden met de diepten van den Indischen Oceaan, en daar als het ware diepzeeloodingen te verrichten. Van hoeveel gewicht daarom ook voor deze berekeningen de zelfregistreerende peilschalen zijn, die den juisten tijd van de aankomst der golven opteekenen, is duidelijk.

Buitenzorg, 10 Mei 1884.

UEBER DIE PERIODICITÄT IM SÄURE-GEHALTE

DER

FETTPFLANZEN.

VON

HUGO DE VRIES.

I. Historisches und Fragestellung.

Schon den älteren Pflanzenphysiologen war es bekannt, dass in manchen Pflanzen mit fleischigen Blättern sich in jeder Nacht eine Säure bildet, welche bei Tage wieder zersetzt wird *). Morgens früh haben die Blätter einen stark sauren, gegen Mittag oder gegen Abend einen faden oder bitteren Geschmack.

Diese auffallende Thatsache hat im Laufe der Jahre zu verschiedenen Speculationen über die gegenseitige Beziehung zwischen der Zersetzung organischer Säuren und dem Licht in der grünen Pflanze Veranlassung gegeben, wurde aber bis jetzt einem eingehenden experimentellen Studium nicht unterworfen.

Liebig stellte bekanntlich die Meinung auf, dass das Verschwinden der Säure auf eine Reduction durch das Licht, unter Abspaltung von Sauerstoff und Production von assimilirten Bildungstoffen beruhe †). In seinem berühmten Werke

*) Mohl, *Vegetabilische Zelle.* S. 248.

†) Liebig, *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie.* 8 Aufl. 1865. I. S. 30.

heisst es von den Blättern von Cotyledon calycina, von Cacalia ficoides und anderen: »sie sind des Morgens sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet also ein reiner Säurebildungs-, Oxydationsprocess statt, am Tage und gegen Abend stellt sich der Process der Sauerstoffausscheidung ein; die Säure geht in Substanzen über, welche Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse wie Wasser, oder noch weniger Sauerstoff enthalten, wie in allen geschmackvollen und bitteren Materien."

Seit dieser Zeit ist das Verschwinden jener Säuren, wie es scheint, immer als ein Reductionsprocess aufgefasst, der direct vom Licht abhängig, und auf die Fettpflanzen beschränkt war *). Detmer hat die herrschende Ansicht in seinen Untersuchungen *Ueber das Wesen der Stoffwechselprocesse im vegetabilischen Organismus* †) ausführlich erörtert. Er bezeichnet »den Vorgang der Sauerstoffabscheidung, der sich bei der nur unter dem Einflusse des Lichts möglichen Zerzetzung von Pflanzensäuren geltend macht" als Insolationsathmung.

Dieser herrschenden Meinung gegenüber habe ich nun bereits im Jahre 1876 die Ansicht geltend zu machen gesucht, dass die Pflanzensäuren im Licht nicht reducirt, sondern oxydirt werden. Die bei dieser Oxydation gebildete Kohlensäure werde dann, wenigstens theilweise in den Chlorophyllkörnern in gewöhnlicher Weise unter dem Einflusse des Lichtes zersetzt, und dieses erkläre die von Saussure und Anderen in solchen Fällen beobachtete Ausscheidung von Sauerstoff. Diese Auffassung erklärt, wie mir scheint, die bis dahin bekannten, einschlägigen Erscheinungen in viel einfacherer und natürlicherer Weise, wie die herrschende Auffassung.

Obgleich die vorliegende Abhandlung ganz andere Zwecke

---

*) Die ältere und neuere Literatur ist in Pfeffer's *Pflanzenphysiologie* I. S. 199 zusammengestellt. Man vergleiche ferner meine Aufsätze in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern, Bd. V, 1876, S. 469 und im *Maandblad voor natuurwetenschappen*, Jrg. 6, 1876. S. 101 und 152.

†) Pringsheim's *Jhrb.* Bd. XII, S. 248 und 242—244, und Detmer, *Lehrbuch der Pflanzenphysiologie.* S. 176.

verfolgt, habe ich doch nicht versäumt, nach experimentellen Beweisen für die erwähnte Ansicht zu suchen. Sie sind in einem der letzten Paragraphen zusammengestellt. Entscheidend ist die Thatsache, dass die Zersetzung der Säuren in den Fettpflanzen gar nicht vom Licht verursacht wird. Sie findet im Dunklen stets statt, wenn nur die Pflanze nicht kurze Zeit vorher beleuchtet war. Die Säureproduction dauert im Dunklen nur Eine Nacht; bleibt die Pflanze längere Zeit in künstlicher Finsterniss, so verliert sie fortwährend, und wie es scheint, unter allen Bedingungen, grössere oder geringere Mengen von Säure. Im schwachen Lichte wird die Zersetzung beschleunigt; ebenso wird sie in der Sonne durch die Erhöhung der Temperatur gefördert. Die Zersetzung der Säuren hat also nicht die geringste Aehnlichkeit mit der Kohlensäurezerlegung; sie bedarf des Lichtes nicht, und ist also jedenfalls kein Reductionsprocess, bei dem Sauerstoff ausgeschieden wird. Es bleibt demnach Nichts Anderes übrig, als sie als ein Oxydations-Process aufzufassen

---

Während also bis jetzt stets das Verschwinden der Säure im Licht in den Vordergrund der Betrachtungen gestellt wurde, werde ich im Folgenden den Nachweis zu liefern suchen, dass das characteristische der Fettpflanzen gar nicht hierin, sondern grade im Gegentheil in der nächtlichen Production von Säure zu suchen ist. Diese Production ist eine höchst eigenthümliche Erscheinung; die Zersetzung der Säure ist ein im Pflanzenreich weit verbreiteter Process, der hier nur, in Folge besonderer Umstände, rascher und ausgiebieger sich abspielt, als bei dünnblättrigen Gewächsen.

Diese eigenthümliche Säure-Bildung verdient aber aus mehreren Gründen ein eingehendes Studium. Noch immer findet SCHLEIDEN's *) Ansicht Anhänger, dass die Pflanzensäuren beim Stoffwechsel als Nebenproducte entständen, die fernerhin störend auf die Vegetation wirken würden, wenn

---

*) SCHLEIDEN, *Grundzüge d. wiss. Botanik*, Ed. I, S. 175.

sie nicht durch Basen neutralisirt, oder durch Zersetzung entfernt werden können. Dieser Auffassung gegenüber gewinnt in den letzten Jahren eine andere Feld, nach der die Säuren im pflanzlichen Stoffwechsel eine ganz bestimmte Rolle zu erfüllen haben. Diese Rolle sucht man in ihrer Verbindung mit den Basen der Salze, welche von den Wurzeln aufgenommen werden, und deren Säuren das Material zur Eiweissbildung abgeben müssen *). Diese Basen müssen theilweise einfach in unschädlicher Form dem Stoffwechsel entzogen werden †), theilweise finden sie bei anderen physiologischen Processen Verwendung §).

Dieser Sachlage gegenüber hegte ich die Hoffnung, dass ein so auffallender, und dem experimentellen Studium so schön zugänglicher Process, wie die nächtliche Säure-bildung der Fettpflanzen, wenigstens darüber volle Aufklärung geben würde, ob die Entstehung der Säuren als eine nebensächliche Folge anderweitiger Vorgänge, oder als eine bestimmten Zwecken dienende, also auf besondere Adaptation beruhende Eigenschaft betrachtet werden müsse.

In dem experimentellen Theil meiner Arbeit werde ich die verschiedenen Factoren, auf deren Zusammenwirken die tägliche Säure-Periode der Fettpflanzen beruht, möglichst von einander trennen, um jede einzeln und für sich studiren zu können. Am Schlusse werde ich dann die erhaltenen Resultate zu einem Gesammtbilde dieser Periodicität zu verarbeiten suchen.

II. Beschreibung der Methode.

Die in vorliegender Abhandlung zu beschreibenden Versuche sind alle nach derselben Methode ausgeführt. Stets galt es, die Veränderung der sauren Reaction eines Pflan-

*) Holzner, *Flora* 1864, S. 273.

†) Vergl. *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, Bd. X. 1881, S. 53.

§) Ueber den Antheil der Pflanzensäuren an der Turgorkraft wachsender Organe, *Bot. Ztg.* 1883, S. 849.

zentheils während einer bestimmten Zeit, und unter bestimmten Bedingungen kennen zu lernen. Es wurde dabei derart verfahren, dass zwei einander möglichst gleiche Organe ausgewählt wurden, welche seit geraumer Zeit gleichen äusseren Einflüssen ausgesetzt gewesen waren. Von diesen wurde das Eine am Anfang, das andere am Ende des Versuches untersucht, und unter der Annahme, dass der Säure-gehalt in beiden anfangs gleich war, durfte die Differenz beider Bestimmungen als Maass für die in dem zweiten Organe während des Versuchs stattgehabten Veränderungen angesehen werden. Je grösser diese Differenz, um so sicherer und zuverlässiger war das Resultat, und ich habe deshalb stets danach gestrebt, möglichst grosse und unzweifelbare Unterschiede in den acidimetrischen Ergebnissen zu erhalten. Jeden Versuch habe ich stets gleichzeitig mit wenigstens drei Arten angestellt, und nur wenn diese sämmtlich eine gleichsinnige Antwort auf meine Frage gaben, das Resultat als entscheidend betrachtet. Jedoch ist es kaum jemals vorgekommen, dass sich echte Fettpflanzen unter gleichen äusseren Bedingungen, und bei gleicher Vorbereitung verschieden verhielten, und dieses erhöht die Zuverlässigkeit meiner Resultate ganz wesentlich.

Die Einzelheiten der Methode lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen. Die erste bezieht sich auf die acidimetrische Bestimmung selbst; die zweite auf die Wahl und die Vorbereitung des Materiales.

Fangen wir mit der *acidimetrischen Messung* an. Der »Säure-gehalt", die »saure Reaction" oder richtiger die »Acidität" eines Pflanzentheiles ist die Menge freier Säure, welche durch die gewöhnliche acidimetrische Messung nach der Methode des Titrirens ermittelt wird. Sie beruht zum Theil auf wirklich im freien Zustande vorhandene Säuren, zum Theil aber auf saure Salze, deren nicht durch eine Base gesättigter Theil in derselben Weise beim Titriren wirkt wie die freien Säuren. Die Säuren in den Blättern der Fettpflanzen *) sind zum Theil an anorganische Basen

*) Die Säure der Crassulaceen, und wohl auch der meisten anderen

namentlich an Kali und Kalk, zum kleinen Theil, wie es scheint, auch an organische Basen gebunden. Letztere bedingen wohl den beim Titriren so äusserst unangenehmen Mangel an Schärfe in der Endreaction. Hierauf kommen wir sogleich zurück.

Von der physiologischen Seite betrachtet, ist die saure Reaction stets eine Folge der relativen Grösse dreier verschiedener Factoren. Denn sie beruht nicht nur auf die Production von Säure in der Zelle, sondern hängt auch von deren nachheriger Neutralisation durch Basen und schliesslich von deren Zersetzung resp. Oxydation ab. Es leuchtet ein, dass die Acidität eines Pflanzentheils, genau betrachtet, nur die Differenz zwischen der Production und den beiden letzteren Vorgängen darstellt. Veränderungen in diesem »Säure-gehalt" dürfen also nicht ohne Weiteres Einem dieser Factoren zugeschrieben werden, sondern beruhen im Allgemeinen auf das Ueberwiegen des einen über die anderen. Die Versuche lassen stets die Deutung zu, dass fortwährend die drei genannten Processe neben einander stattfinden, und dass nur ihre relative Intensität wechselt. Meiner Ueberzeugung nach muss diese Auffassung allen Untersuchungen auf diesem Gebiet zu Grunde gelegt werden. Und vielleicht wird es später gelingen, nachzuweisen, dass thatsächlich in allen kräftig lebenden Pflanzenzellen jene drei Processe unaufhörlich neben einander verlaufen.

Um diese Verhältnisse möglichst zu vereinfachen, habe ich fast stets mit von der Pflanze abgetrennten Organen gearbeitet, denen höchstens die Aufnahme von destillirtem Wasser gestattet wurde. So war wenigstens die Aufnahme von Basen von ausserhalb des Pflanzentheiles ausgeschlossen, und durften erhebliche Veränderungen der Acidität als Folgen der gegenseitigen Wechselwirking der zwei ubrig bleibenden Factoren, Production und Zersetzung, betrachtet werden.

Ferner habe ich mich durch besondere Versuche mit sehr

Fettpflanzen ist vorwiegend Aepfelsäure, der aber häufig etwas Citronensäure beigemischt zu sein scheint.

empfindlichen Arten (*Echeveria metallica* und *Rochea falcata*) überzeugt, dass während der nächtlichen Production von Säure der Gehalt an freier Säure zunimmt, während der an organische Basen gebundene Theil keine messbare Veränderung erleidet. Ich bestimmte dazu auf acidimetrischem Wege, mit Hülfe von Alcohol und Phenolphtalein, die so gebundene Säure und fand diese am Abend und am nächsten Morgen in derselben Menge vorhanden, während die freie Säure merklich vermehrt war. Diese Thatsache zeigt, wenn solches noch nöthig sein sollte, dass die Periodicität in der sauren Reaction nicht etwa auf ein periodisches Zu- und Abnehmen der Gehaltes an organischen Basen, sondern wirklich auf eine Veränderung in dem Reichthum an organischer Säure beruht.

Wie bereits erwähnt, geschahen die Messungen nach der Methode des Titrirens *), und zwar mit zehntelnormaler Kalilösung, welche auf eine zehntelnormale Lösung von Oxalsäure gestellt war. Als Indicator benutzte ich Curcumapapier, und um mich über die allmählige Annäherung an den Neutralisationspunkt vorläufig zu unterrichten, Lackmusspapier. Nach vielfachen Vorversuchen hatte ich mich überzeugt, dass fast nur mit Curcumapapier hinreichend scharfe Resultate erlangt werden; gelöste Indicatoren geben in diesen Pflanzensäften meist nur einen sehr langsamen Uebergang der einen Farbe in die andere. Curcuma bleibt mit sauren Lösungen unverändert (gelb) und wird mit alcalischen braun; bei einiger Uebung gelingt es bald den geringsten Grad von sichtbarer Braunfärbung mit Sicherheit zu beobachten. Diesen habe ich als Endreaction, als Beweis, dass der Neutralisationspunkt erreicht war, angenommen.

Betrachten wir diese Reaction etwas genauer. Bei der Titration chemisch reiner Lösungen bedingt der erste Tropfen Kalilösung, durch den der Neutralisationspunkt überschritten wird, dass ein kleines Tröpfchen der Flüssigkeit, auf das Curamapapier gesetzt, einen scharfen schmalen dunkel-

---

*) Ich folgte das ausgezeichnete *Lehrbuch der analytisch-chemischen Titrirmethode* Mohr's, 5e Aufl. und benutzte die S. 97 abgebildeten Büretten.

braunen Ring an seinem Umfange hervorruft. Denn während das Tröpfchen in die capillaren Räume des Curcumapapieres eingesogen wird, verbindet sich sein überschüssiges Alcali schon bei der ersten Berührung mit dem harzigen, unlöslichen Farbstoff. Ausserhalb des schmalen braunen Ringes entsteht ein breiter farbloser nasser Ring, der anweist, wie weit das von seinem Alcali beraubte Wasser noch vorgedrungen ist.

Ganz anders beim Titriren der meisten Pflanzensäfte. Nach dem Ueberschreiten des Neutralisationspunktes verursacht ein Tröpfchen des Saftes auf das farbige Papier einen breiten unscharf begrenzten Ring von äusserst blass brauner Farbe. Fügt man nun noch einige weitere Tröpfchen der Titrirflüssigkeit zu, so ruft ein neues Tröpfchen des Saftes einen ähnlichen, aber etwas dunkler braun gefärbten Ring hervor, der bei jedem Tropfen Titrirlösung dunkler und schärfer wird, aber immer sehr breit, und in Beziehung zu dem der chemisch reiner Lösungen unscharf begrenzt bleibt. Je nach der specifischen Natur der Pflanze, dem Alter des Organes u.s.w. tritt nur diese Reaction rascher und schärfer, oder langsamer und unsicherer ein. Beim Titriren grösserer Saftmengen ist sie fast immer weniger scharf, wie bei geringeren Mengen, weil sich der einfallende Tropfen Titrirflüssigkeit im ersteren Fall über ein grösseres Quantum vertheilt. Dieser Umstand ist für unseren Zweck in so weit vortheilhaft, als beim Experimentiren mit grösseren Pflanzentheilen grössere absolute Veränderungen zu erwarten sind, und als demzufolge gewöhnlich grosse Unterschiede mit einer weniger scharfen, kleinere Unterschiede aber mit schärferer Endreaction zusammengehen. Im ersteren Falle schadet die weniger scharfe Reaction nicht, im letzteren würde sie sehr leicht hinderlich sein. Glücklicher Weise fielen die Differenzen in meinen Versuchen fast immer weit ausserhalb der Grenzen dieser Fehlerquelle.

Die Entstehung des breiten braunen Ringes beruht auf die Anwesenheit schwacher organischer Basen, welche in annähernd neutraler Lösung mit den Säuren nur unvollständig gebunden sind. Diese werden vom Kali theilweise in Freiheit gesetzt, während es sich mit der Säure bindet.

Ist der Neutralisationspunkt also auch bereits um mehrere Tropfen überschritten, so findet sich noch immer kein freies Kali in dem Safte, und es kann somit der schmale dunkelbraune Ring, den reine Lösungen geben, hier nicht erwartet werden. Eine weitere Ueberlegung, die wir hier aber nur andeuten wollen, ergiebt, dass die Breite des Ringes dadurch bedingt wird, dass die organischen Basen, in dem Maasse wie sie sich mit dem Farbstoff binden und also der capillar aufgesogenen Lösung entzogen werden, durch Dissociation aus ihrer Verbindung mit der Säure freigemacht werden. So lange das Wasser mit neuem Farbstoff in Berührung kommt, dauert dieser Process mit abnehmender Intensität, und es muss somit ein breiter Ring ohne jede scharfe äussere Grenze gebildet werden. Beim Austrocknen verschwindet dieser Ring; wohl deshalb weil sich bei zunehmender Concentration der Lösung die Säure wieder mit den Basen verbindet.

Die *Vorbereitung* der Versuchsblätter für die acidimetrische Messung war eine sehr einfache. Eine Hauptbedingung war, dass die Pflanzentheile genau in dem Augenblicke, für welchen ihre Acidität bestimmt werden sollte, getödtet wurden, damit nicht zwischen jenem Moment und der Titration noch eine Production oder ein Verlust an Säure stattfinden könne. Zwar habe ich stets die Titration so bald wie irgend möglich vorgenommen; doch wenn viele Versuche gleichzeitig stattfanden, konnten oft mehrere Stunden zwischen dem Ende eines Versuches und der acidimetrischen Ausmessung vergehen. Und wenn die Versuche erst Abends spät oder in der Nacht abgebrochen wurden, musste ich mit dem Titriren schon aus dem Grunde bis zum nächsten Tage warten, dass die Curcuma-reaction bei Lampenlicht nicht scharf sichtbar war. Bewahrt man die Pflanzentheile lebendig auf, so ändert sich ihre Acidität während eines solchen Zeitraumes selbstverständlich, und dieses ist also ein für allemal unzulässig. Nach dem Tode änderte sich aber, wenigstens in etwa 12 Stunden, der Gehalt an Säure nicht merklich, wie Vorversuche lehrten. Ein längeres Aufbewahren ist nicht gestattet, denn wenn Fäulniss eintritt, verschwindet die Säure.

Ich habe die Pflanzentheile stets durch Erwärmung auf etwa 90—100° C. getödtet. Ich brachte sie dazu in weiten Reagenzröhren, und stellte diese in einem Wasserbade mit kochendem Wasser, wo sie in einer Viertelstunde jene Temperatur in ihrem ganzen Inhalte annahmen. Das Tödten hat ferner den wesentlichen Vortheil, dass der Widerstand aller Protoplaste gegen den Durchtritt der Säuren beseitigt wird, dass letztere also nachher sehr leicht in die umgebende Flüssigkeit übergehen.

Zur Messung habe ich die Säure nicht extrahirt oder vom ungelösten Theile getrennt. Ich habe die fleischigen Blätter einfach in einem, innerlich glasirten Porcellan-Mörser zu Brei gerieben und dazu das Waschwasser, mit welchem ich das oben erwähnte Reagenzrohr ausspülte, gefügt. Ich titrirte sodann den dünnen Brei im Mörser, und achtete darauf, dass ich ihn stets bis zur Erreichung des Neutralisationspunktes und also bis zum Schluss der ganzen Operation aufs Innigste mit der zugesetzten Titrirflüssigkeit mischte. Der Brei war stets kurz, nie faserig, die Mischung gelang also sehr gut. Häufig liess ich ihn nach Beendigung der Operation einige Stunden stehen, um zu sehen, ob er noch sauer werden würde. Wären nicht alle Zellen gleich anfangs völlig extrahirt resp. neutralisirt, so müsste dieses der Fall sein; trat es nicht ein, so durfte die Methode als eine hinreichend genaue betrachtet werden. Es waren nun höchstens noch 1—2 Tropfen Titrirflüssigkeit erforderlich um die Neutralität wieder herzustellen, ein Fehler, der unsere Resultate nicht im Mindesten beeinflüssen kann, und der dazu in den mit einander zu vergleichenden Messungen stets derselbe war, und schon aus diesem Grunde vernachlässigt werden konnte.

Hätte ich den Saft extrahirt, und alles Lösliche vom Unlöslichen getrennt, so würde ich die Säure stark verdünnt haben, und es wäre dann die Endreaction viel zu unbestimmt geworden, um noch irgend welche bequeme und sichere Messung zu gestatten.

Ueber die *Wahl des Materiales* habe ich im Anfange dieses Abschnittes schon Einiges mitgetheilt. Es kam immer

darauf an zwei vergleichbare Organe zu haben, deren eins zur Bestimmung der Säure vor, das andere zur Titration nach dem Versuche diente. Je nach den Arten boten sich hier verschiedene Regeln. Die grossen Blätter vom *Echeveria metallica* theilte ich der Länge nach in zwei möglichst gleiche Häiften, deren eins vor, das andere nach dem Versuch getödtet wurde. *Rochea* und *Crassula* haben opponirte Blätter; es wurden stets zu einem Versuch die beiden Blätter desselben Paares genommen. *Sempervivum* und andere haben spiralig gestellte Blätter; ich wählte hier zu einem Versuch vier auf einander folgende Blätter, deren unterstes und höchstes zusammen vor dem Versuch getödtet wurden, und somit als Controlle dienten für die beiden mittleren, welche zusammen dem Versuch unterworfen wurden. Bei kleineren Blättern wurden durch ähnliche Combinationen vergleichbare Gruppen hergestellt.

Vor dem Versuche müssen die zu vergleichenden Blätter geraume Zeit gleichen Einflüssen ausgesetzt, namentlich gleich stark beleuchtet gewesen sein. Gewöhnlich liess ich die in Töpfen gezogenen Pflanzen zu diesem Zwecke Wochen lang in dem Gewächshaus des Laboratoriums unter meiner täglichen Aufsicht wachsen.

Als Einheit für die Berechnung des Säure-gehaltes galt das Gewicht der ganzen Organe; ich habe die empirisch gefundenen Zahlen stets auf 10 Gramm Blatt umgerechnet, um sie mit einander vergleichbar zu machen. Damit aber das Gewicht der zu vergleichenden Blätter an sich keine Fehlerquelle einführe, habe ich diese stets gleichzeitig, und sofort nach dem Abtrennen von der Pflanze sämmtlich gewogen, sowohl die zur Controlle, als die zum Versuch bestimmten. Während des Versuches mochte sich nun das Gewicht, z. B. durch Verdunstung verändern; hierauf wurde nicht geachtet. In den Tabellen sind also die eingetragenen Gewichte stets Anfangsgewichte.

Die Blätter wurden wo immer möglich nicht abgeschnitten, sondern in ihrem Gelenk glatt abgebrochen, damit die Wunde möglichst klein und unschädlich sei. Bei den meisten Crassulaceen gelingt dies sehr leicht.

Die Exposition der Pflanzentheile war in allen Versuchen, wo nicht das Gegentheil bemerkt wird, eine solche, dass sie von nahezu dem ganzen sichtbaren Theile des Himmels Licht erhalten konnten. Sie lagen auf Tischen, welche auf einem gegen Süden und Westen völlig freien Ausbau im ersten Stock meines Loboratoriums aufgestellt waren, und welche nach Norden und Osten in einer Entfernung von wenigstens $2^1/_2$ Meter durch das nur 3 Meter höhere Gebäude geschützt waren. Wo also von diffusem Himmelslichte die Rede ist, wird ein sehr starkes Licht gemeint; schien die Sonne, so waren die Objecte ihren Strahlen von Morgens früh bis Abends etwa 5 Uhr ununterbrochen ausgesetzt.

Die Tabellen enthalten, wie aus der Beschreibung der Versuche erhellt, zunächst das Anfangsgewicht der beiden zu vergleichenden Blätter, Blatthälften oder Blättergruppen, dann die an der Bürette abgelesenen Anzahlen CC zehntelnormaler Kalilösung, welche zur Neutralisation erforderlich waren, und endlich diese selben Zahlen auf 10 Gramm Blattsubstanz berechnet. Die Differenz je zweier solchen Zahlen ist das Resultat des Versuches. Unter der, behufs Berechnung wohl erlaubten Annahme, dass die gemessene Säure Aepfelsäure ($C_4 H_6 O_5$, Aequivalentzahl 67) ist, lässt sich aus diesen Zahlen der procentische Gehalt der Blätter an Grammen Säure leicht berechnen; ich habe diese Berechnung nur deshalb nicht ausgeführt, weil sie die Tabellen ohne jeden Nutzen fur die Beweisführung vergrössern würde. Auch gibt sie kaum ein richtigeres Bild der erhaltenen Resultate, wie die directen empirischen Zahlen.

Zur Contrôle dieser Methode habe ich unter mehreren, folgenden Versuch angestellt. Eine Topfpflanze von *Rochea falcata* wurde im August Abends nach einem hellen Tage in einen Dunkelschrank gestellt. Am nächsten Morgen wurden fünf Blattpaare ausgewählt, die zehn Blätter einzeln getödtet und titrirt, wie oben beschrieben. In Folge der nächtlichen Production hatte der Gehalt an Säure im Momente der Tödtung in allen Blättern sein Maximum erreicht; etwaige Differenzen würden also gleichfalls möglichst gross sein. Es galt nun zu erfahren, in wie fern die beiden

Blätter desselben Paares denselben Gehalt an Säure hatten; hierüber gibt die folgende Tabelle Aufschluss.

	Länge der Blätter in Cm.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO	Acidität pro 10 Gr.	Diff.
I. Jüngstes Blattpaar.....	4	1.90	1.2	6.3	
	4	2.12	1.3	6.1	0.1
II. Nächstälteres wachsendes P.	8	7.38	6.0	8.1	
	8	8.08	7.2	8.9	0.8
III. Folgendes ausgewachsenes P.	9	9.83	8.5	8.6	
	9	9.77	8.4	8.6	0.0
IV. Fünftes, ausgewachsenes P..	9	11.10	7.3	6.6	
	9	10.24	7.0	6.8	0.2
V. Aeltestes oder siebentes Blattpaar.....	7	6.17	3.2	5.2	
	7	6.62	2.7	4.1	1.1

Die Uebereinstimmung ist in den beiden kräftigen ausgewachsenen Blattpaaren eine sehr befriedigende; ebenso in einem der wachsenden Paare. Im anderen wachsenden Paare und in den bereits älternden Blättern ist sie wesentlich geringer, doch derart, dass die entscheidenden Resultate unserer Versuche wohl stets bedeutend grösser sind. Ich habe aber, wenn nichts weiteres bemerkt ist, stets mit kräftigen, jungen aber völlig ausgewachsenen Blättern experimentirt.

Der Versuch lehrt zugleich, dass der maximale Säuregehalt in wachsenden Blättern mit zunehmendem Alter grösser wird, um später und zumal im höheren Alter wieder abzunehmen. Dieselbe Thatsache habe ich auch mit anderen Arten beobachtet, sie mag zur Erklärung des Umstandes beitragen, dass häufig in unseren Tabellen der maximale Säure-gehalt, resp. die Acidität an einer selben Tagesstunde bei den verschiedenen Blättern einer Art eine sehr verschiedene ist.

III. Abnahme der sauren Reaction in constanter Finsterniss.

Selbstverständlich kann man die tägliche Periodicität der Fettpflanzen nur dann richtig beurtheilen, wenn man weiss, wie sie sich in constanter Finsterniss verhalten. Folgende Versuche geben hierüber Aufschluss.

Abnahme der sauren Reaction in kurzen Perioden. Zu diesem Versuche diente eine Topfpflanze von *Rochea falcata*, welche bis zum 13 Aug. 1881 günstigen Wachsthumsbedingungen in sonniger Lage ausgesetzt gewesen war. An jenem Tage wurde sie des Nachmittags um 4 Uhr in einen Dunkelschrank gebracht, und blieb hier bis zum Ende des Versuches. Das Verhalten der Säure wurde in halbtägigen Perioden verfolgt; für jede Periode diente ein besonderes Blattpaar; die einzelnen Paare brauchten somit nicht mit einander verglichen zu werden. Von jedem Blattpaare wurde Ein Blatt am Anfang, und das andere am Ende der betreffenden Periode von der Pflanze abgeschnitten, und titirt. Ich fing mit dem höchsten erwachsenen Paare an, und nahm später die Blätter in absteigender Folge weg. Von jedem Paare wurde Ein Blatt Abends, und das andere am nächsten Morgen, oder Ein Blatt Morgens, und das andere am Abend desselben Tages getödtet und analysirt. Die Temperatur war während des ganzen Versuches etwa 17° C.

N°. des Blattpaares.	Getödtet am:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Oberstes P...	13 Aug. 4 Uhr Ab.	9.36	2.2	2.4	
	14 " 8 " M.	9.79	8.8	9.0	+ 6.6
II. Blattpaar.	14 " 8 " M.	10.15	8.8	8.7	
	14 " 4 " A.	10.27	7.6	7.4	— 1.3
III. "	14 " 4 " A.	11.50	8.5	7.4	
	15 " 8 " M.	10.71	6.8	6.3	— 1.1
IV. "	15 " 8 " M.	8.71	4.1	4.7	
	15 " 7 " A.	9.38	4.1	4.4	— 0.3
V. "	15 " 7 " A.	8.47	3.9	4.6	
	16 " 9 " M.	8.46	3.4	4.0	— 0.6

Die Tabelle zeigt, dass nur in der ersten Nacht eine überwiegende Production von Säure stattgefunden hat, seitdem hat der Gehalt stetig, wenn auch langsam abgenommen. In V Abschnitt werden wir sehen, dass die Production von Säure stets auf die erste Nacht beschränkt ist.

Abnahme der sauren Reaction in längeren Perioden. Nachdem also durch den beschriebenen Versuch die Möglichkeit einer täglichen Periodicität in constanten Finsterniss ausgeschlossen ist, wollen wir jetzt die Beobachtung mit grösseren Perioden über einen längeren Zeitraum ausdehnen. Als Versuchsmaterial diente ein nicht blühendes Pracht-Exemplar von *Echeveria metallica* mit 14 grossen erwachsenen Blättern; es wurde am 2 August 1881 um 2 Uhr in einen Dunkelschrank gebracht, wo es bis zum Ende des Versuches blieb.

Die Perioden dauerten anfangs zwei Tage, später länger. Von jedem Blatt wurde am Anfange der betreffenden Periode Eine Längshälfte abgeschnitten und analysirt, während die andere Hälfte bis zum Ende der Periode an der Pflanze verblieb. Nur die kräftigsten, ausgewachsenen Blätter dienten zu dem Versuche.

	Getödtet am:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
I. Blattpaar.	1 Aug. 9 Uhr Morg.	18 15	16.2	8.9	
	6 " 3 " Mitt.	18.01	10.7	5.9	— 4.0
II. "	6 " 3 " "	19.16	12.3	6.4	
	8 " 2 " "	15.50	9.0	5.8	— 0.6
III. "	8 " 2 " "	10.61	5.7	5.3	
	13 " 3 " "	9.84	4 4	4.5	— 0.8
IV. "	13 " 3 " "	25.23	13.5	5.4	
	20 " 3 " "	22.38	8.7	3.4	— 2.0

Also bei einer Versuchsdauer vom 2 bis zum 20 Aug.

stets merkliche Abnahme der Acidität. Genau denselben Versuch habe ich gleichzeitig mit vier älteren Blättern derselben Pflanze durchgeführt, und auch hier ein stetiges Abnehmen constatiren können.

Die beiden vorigen Versuche sind mit an der Pflanze befindlichen Blättern resp. Blatthälften angestellt; es war also der Einwand nicht beseitigt, dass die Verminderung der Acidität auf Neutralisation durch aus dem Boden aufgenommene Basen beruhen könne. Genau dasselbe Resultat erhält man aber auch wenn man mit Blättern arbeitet, welche von der Pflanze getrennt waren. Folgender Versuch wurde mit Blättern von *Echeveria metallica* ausgeführt, welche am 2 August 1881 abgebrochen und ins Dunkle gebracht waren. Die Einzelheiten waren dieselben wie im vorigen Versuch.

	Getödtet am:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
I. Blattpaar.	2 Aug. 3 Uhr. Mitt.	14.29	6.7	4.7	
	4 " 9 " Morg.	13.97	4.1	2.9	— 1.8
II. "	4 " 9 " "	13.47	10.6	7.9	
	6 " 3 " Mitt.	12 57	7.7	6.1	— 1.8
III. "	8 " 2 " "	16.65	10.2	6.1	
	13 " 3 " "	14 28	6.0	4.2	— 1.9

In allen drei mitgetheilten Tabellen sieht man, dass die Verminderung der Acidität, auf gleiche Zeiten, z. B. auf je 24 Stunden berechnet, anfangs merklich rascher ist, als am Ende, obgleich der Umstand, dass die einzelnen Blätter resp. Blattpaare unter sich nicht gleich waren, eine regelmässige Abnahme der Zersetzungsgeschwindigkeit nicht gestattete. Im Allgemeinen wird man wohl annehmen dürfen, dass pro 24 Stunden der Verlust an Säure um so grösser ist, je grösser der anfängliche Gehalt war. Wenigstens deuten hierauf mehrere Versuche hin.

Abnahme der Acidität bei anderen Arten während sechs Tage im Dunklen. Bei Fettpflanzen mit geringerem Säuregehalt wird man gleich anfangs grössere Perioden nehmen müssen, um überhaupt eine Abnahme mit Sicherheit constatiren zu können. Ich habe eine Periode von sechs Tagen gewählt. Diese fing selbstverständlich nach Ablauf der ersten Nacht, also nach der Periode der Säure-Production an; die abgebrochenen Pflanzentheile blieben während der ganzen Versuchsdauer im Dunkelschrank bei 18—20° C. In der folgenden Tabelle bezeichne ich mit *vor* die am Anfang des Versuchs, also nach der ersten Nacht titrirten, mit *nach* die während sechs weiterer Tage aufbewahrten Organe.

		Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Echeveria metallica, sehr junge Blätter.	vor	6.43	4.7	7 3	
	nach	7.12	2.8	3 9	— 3.4
Rochea falcata, junges Blattpaar, 5.5 Cm. lang.....	vor	4.27	2.2	5.2	
	nach	4.78	1.2	2.5	— 2.7
Bryophyllum calycinum, zwei erwachsene Blattpaare.....	vor	3.08	0.7	2.3	
	nach	3.50	0.5	1.4	— 0.9
Crassula arborescens, zwei erwachsene Blattpaare.....	vor	2.89	1.1	3.8	
	nach	3.03	0.8	2.6	— 1.2
Opuntia coccinellifera, Längshälften einer Stammscheibe.	vor	8.42	3.1	3.7	
	nach	9.99	3.1	3.1	— 0.6

Also stets eine unzweifelbare Abnahme der Acidität. Bei *Stapelia deflexa* und *Phyllocactus Phyllanthus*, deren Stengelglieder ich demselben Versuch unterwarf, war die Endreaction zu unscharf um bestimmte Zahlen angeben zu können, doch war eine Abnahme der Acidität auch hier unzweifelbar.

In der Tabelle gehören die vier ersten Arten zu den Crassulaceen; die *Opuntia* verhält sich aber genau wie diese.

Abnahme der Acidität bei Nicht-Fettpflanzen in constanter Finsterniss. Die beschriebene Erscheinung ist keineswegs auf die Fettpflanzen beschränkt, sondern, wie es scheint, allen Pflanzen gemeinsam Nur sind bei Weitem die meisten Pflanzen so schwach sauer, dass eine eventuelle Abnahme ihres Säuregehaltes sich mit den jetzigen Mitteln kaum mit Sicherheit constatiren lässt. Ich wähle deshalb als Beispiele die Gattungen *Rheum* und *Begonia*, deren Saft äusserst sauer zu sein pflegt, und welche offenbar nicht zu den Fettpflanzen gerechnet werden können. Ihre organische Säure ist vorwiegend Oxalsäure. Der Versuch wurde mit ausgewachsenen von der Pflanze und der Blattspreite getrennten Blattstielen ausgeführt. Ein möglichst gleichartiges, etwa 20 Cm. langes Stück eines Blattstieles wurde ausgesucht, durch drei Marken in vier nahezu gleiche Theile getrennt, und nun das obere und untere Stück abgeschnitten und zusammen gewogen, getödtet und analysirt (A); die beiden mittleren Stücke (B) dienten zu dem Versuch. Die erstgenannten Theile wurden am 23 August 1881 morgens früh getödtet, die übrigen blieben bis zum 27 August im Dunkelschrank.

Blattstiele von		Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Begonia Verschaffeltii.....	A	10.45	19.1	18.3	
	B	10.01	16.5	16.5	— 1.8
Begonia ricinifolia.....	A	6 61	14.5	21.9	
	B	6.48	12.3	19.0	— 2.9
Rheum officinale.....	A	15.65	25.5	16.3	
	B	15.05	21.6	14.4	— 1.9

Mit den Blattstielen von *Rheum officinale* und *Rheum Emodi* habe ich ferner in der Art experimentirt, dass die

Stiele in 3, 5 oder 6 Stücke zerschnitten wurden. Diese wurden von unten nach oben numerirt; alle sofort gewogen, die unebenen oder die ebenen Nummern sofort analysirt, die übrigen in einem dunklen Zinkkasten in feuchter Luft fünf resp. acht Tage aufbewahrt und darauf titrirt. Sie standen hier mit dem unteren Ende in feuchtem Sand, aber wuchsen dennoch nicht, was daraus hervorging, dass sie, als sie am Schluss des Aufenthaltes wieder gewogen wurden, nicht merklich an Gewicht gewonnen hatten.

N°. der Stücke.	Getödtet:	Länge in Cm.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Verluste.
Rheum officinale, älterer Stiel.						
N°. 6	sofort	8.0	27.42	61.0	22.2	
" 5	nach 8 Tagen	7.0	26.66	48.0	18.0	4.2—3.0
" 4	sofort	6.0	26.13	55.0	21.0	
" 3	nach 8 Tagen	6.0	29.75	51.0	17.1	3.9—3.2
" 2	sofort	5.5	30.48	62.0	20.3	
Unterstes Stück, " 1	nach 8 Tagen	5.0	35.51	59.0	16.6	3.7
Rheum officinale, junger nicht ausgewachsener Stiel.						
N°. 5	sofort	8.0	15.08	23.4	15.5	
" 4	nach 5 Tagen	8.0	17.28	25.2	14.6	0.9—1.1
" 3	sofort	7.5	17.72	27.8	15.7	
" 2	nach 5 Tagen	7.0	20.11	30.1	15.0	0.7—0.3
" 1	sofort	7.0	22.61	34.5	15.3	
Rheum Emodi vier junge Blattstiele.						
N°. 3	sofort	5—9	7.51	14.8	19.7	
" 2	nach 5 Tagen	5—8	9.75	14.2	14.6	5.1—3.2
" 1	sofort	5—8	11.47	20.4	17.8	

Fassen wir nun einerseits alle am Anfang, anderseits alle am Schlusse der Versuches gewonnenen Zahlen zusammen, und berechnen wir daraus das Mittel, so finden wir:

	Vor Anfang.	Am Schluss.	Verlust.
Rheum officinale, alt	21.2	17.2	4.0
Rheum officinale, jung. . . .	15.5	14.8	0.7
Rheum Emodi, jung	17.6	14.6	3.0

Also stets ein sehr fühlbarer Verlust an Säure.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass in den Blattstielen von *Rheum* während des Wachsthums stets erhebliche Quantitäten Oxalsäure gebildet werden; wird das Wachsthum durch das Abschneiden sistirt, und der Theil nun ins Dunkle gestellt, so verliert er Säure. Es weist dieses darauf hin, dass auch im wachsendem Stiel Production und Zersetzung von Säure neben einander verlaufen mögen, und dass nur deren relative Intensität durch den Versuch geändert wird.

Bei wochenlangem Aufenthalt im Dunklen verschwindet die Säure, so fern meine Erfahrungen reichen, nie vollständig; stets reagirt der frische Querschnitt auf Lackmusspapier noch merklich sauer. Blätter von *Echeveria metallica* bewahrte ich vom 2 August bis zum 20 October im Dunkelschrank, und fand sie dann noch sauer, ebenso Blätter von *Rochea falcata*, *Crassula lactea*, *Agave americana* u. A., welche ich fünf Wochen lang im Dunklen hatte liegen lassen.

Im Dunklen entstandene, völlig etiolirte Sprosse der Crassulaceen sind stark sauer, und dasselbe gilt bekanntlich für etiolirte Pflanzentheile im Allgemeinen *). Es beweist dieses, dass auch die Production von Säure ohne jegliche Mithülfe des Lichtes stattfinden kann, und es wird somit im höchsten Grade wahrscheinlich, dass im Dunklen Production und Zersetzung von Säure stets neben einander hergehen, aber so, dass im Algemeinen während des Wachsthums die erstere,

*) Cf. Wiesner, *Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss.* Wien, I Abth. April 1874.

im ausgewachsenen Zustand oder nach künstlicher Sistirung des Wachsthums die letztere vorwiegt.

In dieser Beziehung weichen die Fettpflanzen also, soweit sich die Sache jetzt beurtheilen lässt, nicht wesentlich von den übrigen Gewächsen ab.

IV. Die nächtliche production von säure.

Die Eigenschaft, in jeder Nacht erhebliche Quantitäten von Säure zu bilden, welche dann am folgenden Tage wieder verschwinden, scheint unter den Fettpflanzen weit verbreitet zu sein, dagegen aber den übrigen Gewächsen stets zu fehlen. Am schönsten bei den Crassulaceen entwickelt, geht sie anderen Fettpflanzen, wie z. B. den Cactaceen keineswegs ab. In der folgenden Tabelle habe ich einige Beispiele zusammengestellt; die ferneren Versuche dieses Abschnittes werden noch weitere Belege liefern. Die Pflanzentheile waren Tags vorher gut beleuchtet, am Abend gleichzeitig gewogen und je eins sofort getödtet und das andere bis zum nächsten Morgen in einen Dunkelschrank bei etwa 17° C. gebracht.

	Vor oder nach Ablauf der Nacht.	Gewicht in Grm	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Zunahme.
I. Crassulaceen.					
Echeveria metallica. 2 Hälften eines ausgewachsenen Blattes.....	vor	28.73	1.5	0.5	
	nach	29.73	26.0	8.7	8.2
Echeveria metallica. Hälften von 2 nur halbwegs ausgewachsenen Blättern.....	vor	7.27	0.8	1.1	
	nach	6.58	6.3	9.6	8.5
Rochea falcata. Vergl. Versuch S. 71.....	vor	9.36	2.2	2.4	
	nach	9.79	8.8	9.0	6.6
Rochea falcata. Zwei sehr junge Blattpaare.....	vor	4.11	0.9	2.2	
	nach	3.90	2.0	5.1	2.9

	Vor oder nach Ablauf der Nacht.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Zunahme.
Echeveria glauca. Längshälften von drei ausgewachsenen Blättern...	vor	10.37	1.6	1.5	
	nach	7.53	3.1	4.1	2.6
Sempervivum chlorochrysum. Je zwei möglichst gleiche Blätter..	vor	10.52	3.0	2.9	
	nach	8.74	7.8	8.9	6.0
Sempervivum glutinosum. Je zwei möglichst gleiche Blätter.....	vor	14.00	4.0	2.9	
	nach	8.85	5.0	5.6	2.7
Bryophyllum calycinum. Zwei Blattpaare	vor	3.45	0.4	1.2	
	nach	3.64	1.3	3.6	2.4
Sedum Telephium. In jeder Gruppe 19 Blätter.....	vor	4.03	0.5	1.2	
	nach	3.52	0.9	2.6	1.4
II. Andere Fettpflanzen.					
Opuntia monacantha. Längshälften zweier Scheiben.	vor	4.33	0.6	1 4	
	nach	3.69	1.7	4.6	3.2
Phyllocactus Phyllanthus. Längshälften flacher Sprosse.....	vor	10.61	1.5	1.4	
	nach	10.49	3.4	3.2	1.8
Stapelia deflexa. Längshälften von Stengeln.....	vor	18.31	1.6	0.9	
	nach	17.73	3.9	2.2	1.3
Hoya carnosa. Längshälften von 5 Blättern.....	vor	5.63	1 0	1.8	
	nach	5.56	2.7	4 9	3.1

In den Blättern von *Aloë spinulosa*, *Agave americana*, *Euphorbia splendens*, den jungen Stengeltheilen von *Rhipsalis paradoxa*, und den ausgewachsenen Stengeln zweier *Crassulaceen: Echeveria metallica* und *Sempervivum chlorochrysum* beobachtete ich gleichfalls eine Zunahme des Säuregehaltes während der Nacht; jedoch war sie in diesen Fällen so gering, dass ich die Versuche nicht als hinreichend zuverlässig betrachte um sie zahlenmässig anzuführen.

Dass die nächtliche Säure-Production keineswegs eine allen Pflanzen gemeinsame Eigenschaft ist, geht aus folgenden Versuchen hervor, zu denen ich Pflanzen mit stark saurem Safte gewählt habe, da hier noch am ersten eine nachweisbare Periodicität erwartet werden konnte. Die Versuche sind in derselben Weise eingerichtet wie die oben beschriebenen. Von den Blattstielen von *Begonia* und *Rheum* wurden etwa 20 Cm. lange Stücke ausgewählt, und deren oberes und unteres Viertel zusammen vor, die beiden mittleren zusammen nach der Nacht untersucht.

	Vor oder nach Ablauf der Nacht.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Differenz.
Begonia Verschaffeltii, Blattstiel..	vor	9.54	18.3	19.2	
	nach	9.39	18.5	19.7	+ 0.5
Begonia ricinifolia, Blattstiel.....	vor	6.91	14.5	21.0	
	nach	6.67	13.3	19 9	— 1.1
Rheum officinale, Blattstiel.....	vor	18.89	28.0	14.8	
	nach	17.65	27.0	15.3	+ 0.5
Oxalis Deppei, Blattspreiten.....	vor	1.96	5.8	29.6	
	nach	1.79	4.7	26.3	— 3.3
Vitis vinifera, Unreife Beeren derselben Traube.....	vor	10.94	42.0	38.4	
	nach	9.88	37.0	37.4	— 1.0
Portulaca oleracea, Sprosse... ...	vor	7.29	8.3	11.4	
	nach	6.80	7.6	11.2	— 0.2
Portulaca grandiflora, beblätterte Sprossgipfel.....	vor	4.36	1.6	3.7	
	nach	3.52	1.3	3.7	0.0
Mesembryanthemum blandum, beblätterte Sprossgipfel.....	vor	10.23	0.9	0.9	
	nach	9.41	0.7	0.7	— 0.2

Die geringe positive Differenz bei *Begonia Verschaffeltii*

und *Rheum officinale* fällt, zumal bei grossem Säuregehalt, nicht ausserhalb der möglichen individuellen Verschiedenheiten, und dasselbe gilt für einige weitere Zahlen der letzten Spalte. Jedenfalls ist so viel sicher, dass eine auffallende Production von Säure bei den untersuchten Pflanzen während der Nacht nicht stattfindet. In wie fern diese Versuche eine Abnahme der Acidität während der Nacht beweisen, brauchen wir nicht zu untersuchen, da wir im vorigen Abschnitt diese Abnahme für einen längeren Aufenthalt im Dunklen bereits kennen gelernt haben.

Auffallend ist es, dass die Gattungen *Portulaca* und *Mesembryanthemum* sich in dieser Beziehung nicht wie Fettpflanzen verhalten.

Untersucht man Pflanzen mit schwach saurem Zellsafte, wie ihn weitaus die meisten Gewächse besitzen, so lässt sich mit den jetzigen Hülfsmitteln ebenfalls gar keine tägliche Periodicität im Säure-gehalte nachweisen.

Die nächtliche, ausgiebige Production von Säure ist also eine ganz besondere Eigenschaft, welche, so weit wir jetzt wissen, nur bei Fettpflanzen gefunden wird.

Wir wollen sie jetzt einem genaueren Studium unterwerfen, und fassen dabei zunächst zwei Punkte in 's Auge: die Dauer dieser Production, und die Bedingungen, von denen sie abhängig ist.

Dauer der nächtlichen Säure-production. Der S. 71 beschriebene Versuch lehrt uns, dass die Zunahme des Säuregehaltes bei *Rochea falcata* auch in constanter Finsterniss nicht länger als grade Eine Nacht dauert. Dasselbe ist auch bei den anderen Fettpflanzen der Fall, und ich führe als Beleg einen Versuch mit *Echeveria metallica* an. Eine kräftige Topfpflanze war am 22 August 1881 bis 4^u20 Nachmittags fortwährend von der Sonne beschienen worden. Jetzt wurde sie in einen Dunkelschrank gebracht, und die zwei besten Blätter gewählt, Eins um die Säure-Production während der Nacht, und das andere, um das Verhalten am folgenden Tage kennen zu lernen. Von jedem Blatte wurde eine Längshälfte vor, die andere nach der betreffenden Periode titrirt. Temperatur 16—18^0 C.

	Getödtet am:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
I Blatt.....	22 Aug. 4u30	28.73	1.5	0.5	
	23 " 8u Morg.	29.73	26.0	8.7	+ 8.2
II Blatt.....	23 " 8u "	28.81	27.0	9.4	
	24 " 10u "	27.09	18.5	6.8	— 2.6

Es war ferner von Interesse zu wissen, ob die Production von Säure während der ganzen Nacht stattfindet, oder vielleicht auf die ersten Stunden nach der Verdunkelung beschränkt ist. Um dieses zu erfahren habe ich am 24 August abgeschnittene Blätter bis 4 Uhr Nachmittags den kräftigen Sonnenstrahlen ausgesetzt, sie dann in 's Dunkle gebracht und nicht wieder beleuchtet. Von jeder Art diente ein Blatt resp. ein Blattpaar um die Veränderung der Acidität zwischen 4 Uhr und 9.30 Abends, das andere um das Verhalten zwischen 9u30 Abends und 8 Uhr des nächsten Morgens kennen zu lernen. Von *Echeveria metallica* dienten zu jedem Versuch die zwei Längshälften eines Blattes, von *Rochea falcata* die beiden Blätter eines Paares, von *Crassula arborescens*, wegen der Kleinheit der Blätter je zwei Paare, derart, dass aus beiden Paaren Ein Blatt vor und das andere nach der betreffenden Periode analysirt wurde. Die beiden zusammengefügten Blätter wurden dann, wie stets bei kleinen Blättern üblich, zusammen gewogen, getödtet und titrirt. Folgende Tabelle enthält die Resultate:

	Getödtet um:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Zunahme.
Echeveria metallica, 1° Blatt.	4 Uhr Nachm.	7.14	0.8	1.1	
	9.30 Ab.	7.73	2.4	3.1	2.0
Echeveria metallica, 2° Blatt.	9.30 Ab.	7.55	2.4	3.2	
	8 Uhr Morg.	7.35	6.1	8.3	5.1
Rochea falcata, 1° Paar....	4 Uhr Nachm.	7.44	1.3	1.7	
	9.30 Ab.	5.89	1.3	2.2	0.5
Rochea falcata, 2° Paar....	9.30 Ab.	6.29	1.4	2.2	
	8 Uhr Morg.	6.91	2.7	3.9	1.5
Crassula arborescens, 1° Gruppe.....	4 Uhr Nachm.	3.78	0.9	2.4	
	9.30 Ab.	3.11	0.8	2.6	0.2
Crassula arborescens, 2° Gruppe.....	9.30 Ab.	4.92	1.3	2.6	
	8 Uhr Morg.	4.45	2.3	5.2	2.6

Der Versuch mit *Echeveria metallica* zeigt, dass die Zunahme der Acidität sowohl in das erste, als in die beiden letzten Drittel der Nacht fiel, und zwar anfangs mit nur wenig geringerer Intensität als am Ende. Bei den beiden anderen Arten vertheilte sich die Production gleichfalls über die ganze Nacht; sie scheint hier aber vorwiegend in die beiden letzten Drittel zu fallen.

Jedenfalls ist so viel gewiss, dass die Zunahme der Acidität nicht auf die ersten Stunden nach der Verdunkelung beschränkt ist.

Wir dürfen also als feststehend betrachten, *dass die nächtliche Zunahme der Acidität bei den untersuchten Fettpflanzen nicht merklich länger, aber auch nicht merklich kürzer als grade Eine Nacht dauert.*

Die nächtliche Production von Säure findet nur nach vorangegangener Beleuchtung statt. Aus unserem ersten Versuche

mit *Rochea falcata* (S. 71), in welchem die Veränderung der Acidität in halbtägigen Perioden verfolgt wurde, geht hervor, dass wenn die Pflanze am Tage im Dunklen gehalten wird, in der folgenden Nacht keine Vermehrung sondern eine geringe Verminderung der sauren Reaction beobachtet wird. Um während der Nacht Säure bilden zu können, bedarf die Pflanze also der Beleuchtung am Tage. Die nächtliche Production von Säure ist also vom Licht abhängig, und findet ohne dessen Mithülfe nicht statt, nur ist sie zeitlich von dessen Einwirkung getrennt. Welche Veränderungen das Licht in den Zellen hervorruft, denen zufolge diese, sobald es aufgehört hat auf sie einzuwirken, Säuren produciren können, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Bis diese Verhältnisse klargelegt sind, werden wir aber die Wirkung des Lichtes in das grosse Gebiet der Reizwirkungen stellen, und die periodische Säurebildung als eine Reizerscheinung betrachten müssen.

Es scheint nicht überflüssig hier wiederum hervorzuheben, dass die Versuche uns nur über die relative Intensität von Production und Zersetzung von Säure belehren, und immer die Annahme gestatten, dass beide Processe fortwährend neben einander stattfinden, nur mit ungleicher Intensität. Unter dieser Annahme besteht die Reizwirkung des Lichtes einfach in einer zeitweisen bedeutenden Beschleunigung eines ohne dessen Hülfe langsam aber stetig fortschreitenden Processes. Vielleicht bestehen Reizwirkungen im Pflanzenreich ganz allgemein in der Beschleunigung resp. Verlangsamung bestimmter, ohne den Reiz nur mit anderer Intensität verlaufender Processe.

Durch Askenasy's schöne Versuche ist es bekannt *), dass die Blätter der Crassulaceen an warmen Sommertagen von den Strahlen der Sonne nicht selten bis 40—50° C. erwärmt werden. Berührt man sie mit der Hand, so fühlen sie sehr warm an. Dass so hohe Temperaturen auch in meinen Versuchen nicht selten erreicht wurden, davon habe ich mich

*) Askenasy. *Botanische Zeitung* 1875. S. 441.

durch besondere Beobachtungen an in Blätter eingesenkten Thermometer überzeugt. Man könnte nun meinen, dass diese Erwärmung vielleicht einen Reiz zur nächtlichen Säureproduction abgebe.

Dem ist aber nicht so. Dies geht am einfachsten aus der Thatsache hervor, dass die Zunahme der Acidität auch dann stattfindet, wenn die Sonne gar nicht geschienen hat, oder wenn die Blätter im Schatten dem diffusen Himmelslichte ausgesetzt wurden. Ob ich directe Besonnung oder nur diffuses Tageslicht anwandte, hatte auch auf die Intensität der Säure-production keinen merklichen Einfluss.

Folgender Versuch wurde am 15 August 1881 bei bewölktem Himmel angestellt. Die Blätter blieben bis 4 Uhr dem vollen Tageslichte ausgesetzt, dann wurde die eine Hälfte titrirt und die andere in 's Dunkle gebracht, wo sie bis zum nächsten Morgen um 10 Uhr blieben.

	Vor oder nach Ablauf der Nacht.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Zunahme.
Rochea falcata, zwei Blätter eines Paares	vor	11.89	1.7	1.4	
	nach	11.32	3.8	3.4	2 0
Sempervivum glutinosum, je zwei möglichst gleiche Blätter	vor	6.03	0.9	1.5	
	nach	5.83	5.5	9.4	7.9
Echeveria glauca, Längshälften von zwei Blättern	vor	8.53	0.5	0.6	
	nach	8.27	3.2	3.9	3.3

Also auch ohne directes Sonnenlicht eine sehr bedeutende Production von Säure. Zahlreiche weitere Versuche habe ich ohne Sonnenlicht anstellen müssen, und nie bemerkt, dass ich dadurch geringere Differenzen erlangte.

Ein anderer Versuch wurde in der Art angestellt, dass von den beiden Vergleichsobjecten das eine während eines Tages den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt wurde, während

das andere während derselben Zeit im Schatten lag, und nur von oben das diffuse Licht des Himmels erhielt. Die ersteren Blätter fühlten sehr warm an, die letzteren kühl. Mittags um 4 Uhr wurden nun alle gleichzeitig in's Dunkle gebracht, wo sie zum nächsten Morgen blieben. Jetzt getödtet und titrirt, ergaben sie folgendes Resultat:

	Exposition.	Gewicht in Grm.	Acidität in C C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Echeveria metallica, Längshälften eines Blattes.....	Sonne	8.24	5.4	6.5	
	Schatten	8.68	5.9	6 8	+ 0.3
Rochea falcata, Blätter eines Paares.	Sonne	11.61	4.7	4.0	
	Schatten	10.60	5.6	5.3	+ 1.3
Pachyphytum bracteatum, zwei gleiche Blätter.....	Sonne	9.38	5.8	6.2	
	Schatten	10.25	6.6	6.4	+ 0.2

Im nächsten Abschnitt werden wir sehen, dass in der Sonne die Säure stärker vernichtet wird als im diffusen Licht; die der Sonne ausgesetzt gewesenen Blätter waren also um 4 Uhr, als sie in's Dunkle gelangten, ärmer an Säure als die bis dahin im Schatten aufbewahrten. Die Differenz betrug pro 10 Gramm bei *Echeveria* 1.3, bei *Rochea* 0.9, bei *Pachyphytum* 1.5 C.C. In der Nacht hat sich diese Differenz bei *Rochea* nicht, wohl aber bei den anderen Arten wiederum ausgeglichen; die Production von Säure war also nach der Besonnung bei diesen etwas grösser als nach Beleuchtung ohne Sonne, was aber seinen Grund, wenigstens zum Theil, darin haben kann, dass ein anfänglich geringerer Reichthum an Säure die Bildung neuer Säure-molecüle selbstverständlich begünstigt.

Auf alle Fälle lösen diese Versuche ihre Hauptaufgabe zur Genüge, indem sie zeigen, dass eine Erwärmung der

Blätter am Tage keineswegs Bedingung für eine ausgiebige Production von Säure in der Nacht ist.

Andere Blätter habe ich während eines Tages im Dunkelkasten auf 44—45° C. erwärmt, und nun die Veränderung in der Acidität während der darauf folgenden Nacht gemessen. Obgleich ich vier verschiedene Arten untersuchte, konnte ich keine sichere Zunahme der Säuregehalte constatiren, und ich folgere also, dass Erwärmung bei der Production von Säure nicht der auslösende Reiz sein kann.

Einfluss der Dauer der Beleuchtung. Folgender Versuch hat zur Aufgabe zu entscheiden, ob eine nur kurze Zeit dauernde Beleuchtung ausreicht, die nächtliche Säure-Production in ihrer vollen Intensität hervorzurufen. Die Versuchspflanzen wurden vorher in's Dunkle gebracht, und nachdem sie hier fast 24 Stunden verweilt hatten, wurden die Blätter von 2ᵘ30—3ᵘ30 des Mittags, oder von 12—3 Uhr dem vollen Tageslichte ausgesetzt. Beim letzten Versuch schien die Sonne von Zeit zu Zeit, beim ersten nicht. Am Ende der Expositionszeit wurde jedesmal das eine Exemplar getödtet, das andere in 's Dunkle gebracht, um erst am nächsten Morgen um 9 Uhr titrirt zu werden. Die Differenz lehrt also die Veränderung der Acidität während der auf die Beleuchtung folgenden Nacht.

	Vor oder nach Ablauf der Naeht.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
I. Nach einstündiger Beleuchtung.					
Echeveria metallica, Längshälften eines Blattes	vor	29.29	17.9	6.1	
	nach	24.98	14.4	5.8	— 0.3
Roehea falcata, Blätter eines Paares.	vor	8.80	4.3	4.9	
	nach	8.58	4.1	4.8	— 0.1
II. Nach dreistündiger Beleuchtung.					
Echeveria metallica, Längshälften eines Blattes	vor	8.74	1.6	1.8	
	nach	7.83	2.8	3.6	+ 1.8
Rochea falcata, Blätter eines Paares.	vor	9.66	5.2	5.4	
	nach	9.37	5.7	6.1	+ 1.7
Echeveria glauca, Längshälften von drei Blättern	vor	7.23	0.6	0.8	
	nach	6.83	1.2	1.8	+ 1.0

Einstündige Beleuchtung reichte also noch nicht aus, um eine merkliche Zunahme während der Nacht zu veranlassen. Dreistündige Beleuchtung genügte zwar um die Production über allen Zweifel zu erheben, aber ihre Intensität blieb noch weit bei dem zurück, was sie bei diesen sonst so reichlich Säure producirenden Arten nach der Beleuchtung während eines vollen Tages erreichen kann (Vergl. z. B. die Tabelle auf S. 78 und 79).

Zur maximalen Production von Säure in der Nacht ist also jedenfalls eine mehrstündige Beleuchtung erforderlich. Die Wirkung des Lichtes häuft sich in den Zellen während mehrerer Stunden allmählig an.

Die nächtliche Säurebildung wird nicht durch die Assimilation von Kohlensäure hervorgerufen. Man könnte vermuthen, dass das Licht dadurch die nächtliche Bildung von Säure hervorrufe, dass durch seine Mitwirkung die dazu erforderlichen organischen Nährstoffe bereitet würden, m. a. w. dass es die Assimilation der Kohlensäure sei, welche als Bedingung für jenen Process anzusehen ist. Ohne Zweifel ist die Production von Säuren von der Anwesenheit eines ausreichenden Nährstoffquantums abhängig, jedoch braucht dieses nicht grade am vorhergehenden Tage angehäuft zu sein. Auch liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass das Ausbleiben der periodischen Säurebildung in constanter Finsternis einem Mangel an Nährstoffen zuzuschreiben sei. Der Zuckergehalt der Crassulaceen-blätter ist erfahrungsmässig gross genug, um in so kurzer Zeit nicht erschöpft zu werden.

Es schien mir aber nicht unwichtig, durch directe Versuche mich zu überzeugen, dass die nächtliche Säure-bildung auch dann mit gewohnter Ausgiebigkeit vor sich geht, wenn die Blätter am Tage zwar beleuchtet waren, aber keine merklichen Mengen Kohlensäure hatten assimiliren können. Zwei Wege habe ich zu diesem Zwecke eingeschlagen. Einmal habe ich die Blätter in einem flachen abgeschlossenen Raume, dessen ganzer Boden mit einer Schichte Kohlensäure-freier Kalilauge bedeckt war, dem Lichte ausgesetzt. Es wurde dadurch nicht nur die Luft von

Kohlensäure befreit, sondern es musste auch, nach ähnlichen Versuchen Saussure's, ein grosser Theil jener Kohlensäure, welche bei der Zersetzung der Säure der Blätter entstand, in die Kalilauge übergehen. Dass ein anderer Theil durch die Chlorophyllkörner zerlegt wurde, war selbverständlich bei dieser Einrichting des Versuches nicht zu umgehen. Eine zweite Versuchsreihe stellte ich dann im blauen Lichte an, welches durch Kobaltglas gegangen war. Die Blätter wurden während des ganzen Tages dem Lichte ausgesetzt; abwechselnd schien die Sonne; bisweilen aber regnete es. Abends 4 Uhr wurde je ein Blatt titrirt und das andere in 's Dunkle gebracht, um erst am nächsten Morgen 9 Uhr analysirt zu werden.

	Vor oder nach Ablauf der Nacht.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Zunahme.
I. Im kohlensäure-freien Raum.					
Rochea falcata, Blätter eines Paares.	vor	13.29	1.3	1.0	
	nach	10.78	4.0	3.7	2.7
Sempervivum glutinosum, je zwei Blätter.....	vor	4.50	0.7	1.6	
	nach	4.42	2.2	5.0	3.4
Echeveria glauca, Längshälften von drei Blättern..	vor	5.14	0.9	1.8	
	nach	4.59	1.4	3.1	1.3
II. Im blauen Lichte.					
Rochea falcata, Blätter eines Paares.	vor	14.46	4.6	3.2	
	nach	13.15	8.2	6.2	3.0
Sempervivum glutinosum, je zwei Blätter.....	vor	6.36	3.2	5.0	
	nach	5.53	4.2	7.2	2.2
Echeveria glauca, Längshälften von drei Blättern.....	vor	15.63	3.9	2.5	
	nach	13.79	6.6	4.8	2.3

Während der Nacht findet also auch dann eine ausgiebige Bildung von Säure statt, wenn am vorhergehenden Tage die Kohlensäure-zersetzung möglichst verhindert war.

Contrôle-versuche hinter rothem Rubin-glase, in Luft mit 3 pCt. Kohlensäure und andere, unbedeckt in freier Luft, gaben nicht wesentlich andere Zahlen, und man darf somit annehmen, dass die Assimilation von Kohlensäure am Tage vor dem Versuche nicht als Ursache der nächtlichen Säurebildung zu betrachten ist.

Hinter den farbigen Gläsern war das Licht selbstverständlich sehr abgeschwächt, obgleich die Kasten derart eingerichtet waren, dass das Glas ihre Oberseite einnahm, und sie ohne jede Bedeckung den allseitig einfallenden Strahlen des Himmelslichtes ausgesetzt wurden.

Die in diesem Abschnitte mittgetheilten Versuche zeigen, dass die nächtliche Säurebildung eine den Fettpflanzen eigene Erscheinung ist, welche direct durch das Licht, und zwar bereits durch schwaches aber anhaltendes Licht verursacht wird, und jedesmal nicht viel länger, aber auch nicht viel kürzer als Eine Nacht dauert.

V. Einfluss der temperatur auf bildung und zersetzung der säuren.

Geht man von der Ansicht aus, dass Production und Zersetzung von Säure in jeder Zelle fortwährend gleichzeitig stattfinden, und dass die Veränderungen der Acidität, welche unsere Versuche nachweisen, sich stets nur auf die Differenz dieser beiden Processe beziehen, so hat man sich nach Thatsachen um zu sehen, welche als Belege, oder wenigstens als Stützen für diese Ansicht gelten können. Von diesem Standpunkte aus ist es nun vom höchsten Interesse, den Einfluss der Temperatur auf die bis jetzt beschriebenen Erscheinungen kennen zu lernen. Denn wenn Production und Verlust in verschiedener Weise von der Wärme abhängen, wird ihre Differenz, d. h. also das Ergebniss unserer Versuche, bei anderen Temperaturen vielleicht eine ganz andere sein.

Der Uebersichtlichkeit wegen werden wir den Einfluss der Wärme getrennt untersuchen für die Verminderung der

Acidität im Finstern, und für die nächtliche Production von Säure. Meine Versuche beschränken sich auf eine Wiederholung der früheren Experimente, bei einer Temperatur von zwischen 35 und 45° C. Um den gewünschten Wärmegrad während der ganzen Versuchsdauer möglichst constant zu erhalten, wurde folgende Einrichtung getroffen:

Ich benutzte zwei doppelwandige Blechkasten, deren beide Wandungen einen 3 Cm. breiten Raum zwischen sich frei liessen. Dieser Raum wurde mit Wasser gefüllt, das mittelst eines Thermoregulators auf eine constante Temperatur erwärmt wurde. Die Höhe des Innenraumes war 20 Cm., die Breite und Tiefe 28 und 15 Cm. Der eine Kasten hatte eine seitliche Thüre, vom anderen konnte die obere Wand als Deckel abgenommen werden.

Zur Regulirung der Temperatur benutzte ich einen ANDREAE'schen Thermoregulator *). Dieser besteht aus einer langen U-förmig gebogenen Röhre, deren eines, etwa 20 Cm. langes Bein oben geschlossen ist, und ganz in 's Wasser der Kastenwandung taucht, während das andere längere Bein aus dem Kasten herausragt. Letzteres Bein ist ober durch einen Kaoutchoucpfropfen geschlossen, durch den die Zuleitungsröhre des Leuchtgases gebracht wird, und hat seitlich ein kleines Rohr, durch den das Gas weiter zur Lampe befördert wird. Der Regulator wird mit Quecksilber gefüllt. Darauf bringt man in's kürzere Bein einige Tropfen einer Mischung von Aether und Alcohol in solchen Verhältnissen, dass das Gemenge bei derjenigen Temperatur kocht, welche man im Kasten erhalten will. Durch dieses einfache Mittel hat ANDREAE es erreicht, dass die Temperatur Tage lang bis auf etwa 0.1° C. constant erhalten werden kann. Ich befestige am unteren Ende der Gaszuleitungsröhre ein feines Bambusröhrchen, welches seitlich eine haarfeine Schlitze hat; hierdurch wird das immer störende Ankleben des Quecksilbers am Glase umgangen, und die Empfindlichkeit des Regulators wesentlich erhöht. Die Menge des Quecksilbers

*) ANDREAE, *Maandblad voor Natuurwetenschappen.* VIII. S. 98.

und die Tiefe, bis zu der man die Gaszuleitungsröhre einschiebt, regelt man so, dass das Niveau des flüssigen Metalles während des Gebrauches, also bei der gewünschten Temperatur, etwa in der Mitte der Höhe jener freien Spalte steht; ich nehme zu diesem Zweck, nach vorläufiger Füllung, die genaue Einstellung in einem Wasserbade von jener Temperatur vor.

Die Kasten brauchen einige Stunden, bis sie überall die Versuchstemperatur angenommen haben. Im Innern ist die Temperatur stets etwas niedriger als die des Wassers und des Regulators, und wird also durch ein eigenes Thermometer angewiesen. Je genauer Thüre resp. Deckel schliessen, um so besser stimmen beide mit einander überein, um so geringer wird aber auch die Luftcirculation im Innern. Kommt es auf sehr constante, und überall im Kasten möglichst gleiche Temperatur an, so ziehe ich den Kasten mit dem Deckel dem mit der seitlichen Thüre entschieden vor.

Bei meinen Versuchen wurde die Temperatur stets vorher auf die gewünschte Höhe gebracht. Die Luft in dem Kasten wurde durch Schälchen mit Wasser feucht gehalten; die Blätter auch wohl mit der Wundfläche in ein weinig destillirtes Wasser getaucht, da sie sonst leicht welken würden. Da es sich immer um die Veränderung der Acidität während des Aufenthaltes im Kasten handelte, kam selbstverständlich von jedem Paar Vergleichsobjecte nur Eins in den Kasten, während das andere beim Anfang des Versuchs getödtet und titrirt wurde. Nach Ablauf des Versuches wurden die Blätter aus dem Kasten genommen und sofort der Analyse unterworfen.

Gehen wir jetzt zu der Beschreibung einzelner Versuche über.

Säure-Verlust der Fettpflanzen bei 35—41° C. Die zu diesem Versuche ausgewählten Versuchsobjecte wurden während eines ganzen Tages möglichst gleichmässig dem vollen Tageslichte und der Sonne ausgesetzt, dann Abends gleichzeitig in 's Dunkle gebracht, und während der Nacht sich selbst überlassen um, bei gewöhnlicher Temperatur, einen möglichst hohen Säuregehalt zu erreichen. Am nächsten Morgen

11 Uhr wurde je Ein Exemplar titrirt und das andere in den warmen Kasten gebracht, wo es während 23 Stunden bei 41° C. blieb. Nur in dem Versuche mit *Opuntia* war die Temperatur eine niedrigere: 35—37° C. Am Ende des Versuches waren die Organe völlig lebendig und sahen normal aus; sie hatten aber, wie die Tabelle lehrt, ganz bedeutend an Säure eingebüsst.

	Vor oder nach der Erwärmung.	Gewicht in Grm.	Acidität in CC. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Differenz.
I. Erwärmung auf 41° C.					
Echeveria metallica, Längshälften eines jungen Blattes..	vor	5.55	11.4	20 5	
	nach	6.02	5.6	9.3	—11.2
Echeveria metallica, Längshälften von zwei ausgewachsenen Blättern.	vor	9.83	12.4	12.6	
	nach	10.92	6.0	5.5	— 7.1
Echeveria glauca, Längshälften von zwei ausgewachsenen Blättern..	vor	8.36	7.1	8.5	
	nach	8 45	3.6	4.3	— 4.2
Sempervivum glutinosum, je zwei gleiche Blätter.....	vor	14.57	7.4	5.1	
	nach	15.70	2.0	1.3	— 3.8
Sempervivum chlorochrysum, je drei gleiche Blätter.....	vor	14.02	12.6	9.0	
	nach	15.93	1.7	1.1	— 7.9
Crassula lactea, je 10 Blätter....	vor	6.64	3.0	4.5	
	nach	6.79	1.6	2.4	— 2.1
Rochea falcata, Blätter desselben Paares.	vor	8.58	5 9	6.9	
	nach	8.65	1.5	1 7	— 4.8
II. Erwärmung auf 35 -37°.					
Opuntia monacantha, Längshälften einer jungen Scheibe.....	vor	3.54	1.7	4.8	
	nach	4.06	0.9	2.2	— 2.6

Vergleicht man diese Säure-Verluste mit den in der Tabelle auf S. 74 verzeichneten, welche bei gleichem Anfangszustande

in sechs Tagen bei gewöhnlicher Temperatur eintraten, so wird man wohl zugeben, dass die Abnahme der Acidität durch Erhöhung der Temperatur ganz bedeutend beschleunigt wird.

Um dieses Resultat noch besser zu beweisen, habe ich in folgender Reihe neben jedem einzelnen Versuch im warmen Kasten auch einen mit möglichst vergleichbaren Organen bei gewöhnlicher Temperatur angestellt. Die Temperatur im warmen Kasten war 35—37°, der Aufenthalt dauerte hier 2 × 24 Stunden; die Temperatur im Dunkelschrank war 18—20° C.; die Objecte verweilten hier 6 Tage. Die Versuche fingen an, nachdem die Organe einen Tag kräftig beleuchtet und darauf eine Nacht der normalen Säurebildung bei gewöhnlicher Temperatur im Dunklen überlassen waren:

	Temperatur.	Vor oder nach Ablauf des Versuchs.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Differenz.
Rochea falcata, junge Blattpaare von 5.5 Cm. Blattlänge.....	35—37°	vor	3.81	2.9	7.6	
		nach	4.07	1.1	2.7	— 4.9
	18—20°	vor	4.27	2.2	5.2	
		nach	4.78	1.2	2.5	— 2.7
Hoya carnosa, Längshälften von je 2 Blättern.	35°	vor	1.85	0.9	4.9	
		nach	1.94	0.3	1.5	— 3.4
	18—20°	vor	3.43	1.7	5.0	
		nach	3.25	1.6	4.9	— 0.1
Phyllocactus Phyllanthus, Längshälften flacher Stengel.....	35—37°	vor	9.86	4.3	4.4	
		nach	10.01	1.4	1.4	— 3.0
	18—20°	vor	7.03	1.8	2.6	
		nach	7.10	1.0	1.4	— 1.2

Es ist somit auch hier in sechs Tagen bei 18—20° der Verlust an Säure geringer als in zwei Tagen bei 35—37° C.

In den beiden mitgetheilten Versuchsreihen wurden die Pflanzentheile grade in dem Augenblicke der höheren Temperatur ausgesetzt, wo sie in folge der nächtlichen Säurebildung ein Maximum von Säure enthielten. Der folgende Versuch zeigt, dass auch nach längerem Aufenthalt in constanter Finsterniss, durch Temperatur-erhöhung das Verschwinden der Säure ganz wesentlich beschleunigt werden kann.

Dieser Versuch bildete einen Theil der S. 72 und 73 beschriebenen. Von der am 9 Aug. noch vorhandenen Auswahl von Blättern wurde je ein, mit den beiden dort als »III⁰ Blatt" *) bezeichneten möglichst gleiches Blatt ausgesucht und der Länge nach getheilt; die eine Hälfte wurde sofort analysirt; die andere 20 Stunden lang im warmen Kasten bei 41—42⁰ C. aufbewahrt und darauf titrirt. In der folgenden Tabelle stelle ich die mit diesen beiden Blättern erhaltenen Zahlen zusammen und füge die Zahlen aus den Tabellen S. 72 und 73, welche sich auf das »III⁰ Blatt" beziehen, als Contrôle dazu. Diese vier Blätter hatten also während sechs Tage vor Anfang des Versuchs im Dunklen verweilt und zwar A und B an der Pflanze, C und D im abgebrochenen Zustand.

Echeveria metallica. Längshälften ausgewachsener Blätter.	Temp.	Vor oder nach Ablauf des Versuchs.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Differenz.
I. Sechs Tage vorher an der Pflanze im Dunklen.						
A. Versuchsdauer 20 Stund.	41⁰ C.	vor	18.78	10.5	5.6	
		nach	20.42	3.5	1.7	— 3.9
B. Contrôle, Blatt III S. 72, Versuchsdauer 5 Tage..	17⁰ C.	vor	10.61	5.7	5.3	
		nach	9.84	4.4	4.5	— 0.8
II. Sechs Tage vorher abgebrochen und in 's Dunkle gebracht.						
A. Versuchsdauer 20 Stund.	41⁰ C.	vor	14.48	5.7	4.0	
		nach	14.80	2.1	1.4	— 2.6
B. Contrôle, Blatt III S. 73, Versuchsdauer 5 Tage..	17⁰ C.	vor	16.65	10.2	6.1	
		nach	14.26	6.0	4.2	— 1.9

*) In den Tabellen auf S. 72 und 73 steht irrthümlich „Blattpaar".

Der Säure-vernichtende Einfluss der Temperatur ist auch hier unzweifelbar; in 20 Stunden wurde bei 41° C. weit mehr Säure verloren als in 5 Tagen bei 17° C.

Dieser Einfluss der Temperatur ist aber ebenso wenig auf die Fettpflanzen beschränkt, wie die Verminderung der Acidität beim mehrtägigen Aufenthalt im Dunklen selbst. Als Beleg für diesen Satz habe ich neben dem S 75 beschriebenen Versuch mit den Blattstielen von *Rheum* und *Begonia*, ein Experiment im warmen Kasten angestellt. Die Objecte waren in der dort beschriebenen Weise ausgewählt und vorbereitet, wurden aber hier 2 × 24 Stunden bei einer Temperatur von 35° C. aufbewahrt. Der Verlust an Säure, den sie dabei erlitten, zeigt die folgende Tabelle.

Blattstiele. Zwei Tage bei 35° C.	Vor oder nach Ablauf der Erwärm.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Differenz.	Contrôle in 6 Tagen bei 18–20° C.
Begonia Verschaffeltii...	vor	8.93	14.4	16.1		
	nach	8.97	9.8	10.9	– 8.2	— 1.8
Begonia ricinifolia.....	vor	5.75	12.2	21.2		
	nach	5.63	6.8	12.1	— 9.1	— 2.9
Rheum officinale.....	vor	10.75	18.5	17.2		
	nach	10.09	12.0	11.9	— 5.3	— 1.9

In der letzten Spalte stelle ich die Säure-Verluste aus dem S. 75 beschriebenen Experiment, welches bei 18 – 20° C. 6 Tage dauerte neben den bei 35° C. in zwei Tagen erhaltenen Resultaten. Der Einfluss der Temperatur war ein ganz auffallend grosser.

Wir wollen von dieser Erfahrung sogleich eine Anwendung machen. Bei sehr zahlreichen Pflanzen ist der Verlust an Säure bei mehrtägigem Aufenthalt im Dunklen so gering, dass er sich nach den jetzigen Methoden nicht zweifellos beweisen lässt. Man wird nun erwarten dürfen, dass er durch Erwärmung auf 35—40° C. wenigstens in

vielen Fällen hinreichend anzunehmen wird, um ausserhalb der Beobachtungsfehler zu fallen. Die Erfahrung hat dieses bestätigt, wie die folgenden Versuche zeigen. Die Objecte wurden Mittags 4 Uhr eingesammelt und in's Dunkle gebracht; der Versuch fing am nächsten Morgen an, und der Aufenthalt im warmen Kasten dauerte 23 Stunden. Temperatur 41° C.

	Vor oder nach Ablauf der Erwärm.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Begonia Lapeyrousii, Blattstiele..	vor	10.01	17.3	17.3	
	nach	10.16	13.4	13.2	— 4.1
Vitis vinifera, unreife Beeren derselben Traube.....	vor	13.05	39.2	30.0	
	nach	13.41	33.5	25.0	— 5.0
Vitis vinifera, Ranken.....	vor	4.09	11.2	27.4	
	nach	4.11	7.6	18.5	— 8.9
Portulaca oleracea, ausgewachsene Stengel.....	vor	5.93	5.8	9.8	
	nach	5.50	1.5	2.7	— 7.1
Portulaca grandiflora, beblätterte Stengel.....	vor	10.31	7.3	7.1	
	nach	10.95	3.5	3.2	— 3.9
Oxalis Deppei, Blattstiele.....	vor	2.96	8.9	30.1	
	nach	3.03	6.3	20.8	— 9.3

Also stets ein sehr beträchtlicher Verlust an Säure. Vergleicht man diese Zahlen mit den S. 80 mitgetheilten, welche die Veränderung der Acidität bei gewöhnlicher Temperatur während einer Nacht anweisen, so ist auch hier der Einfluss der Erwärmung, trotz der etwa doppelt so langen Versuchsdauer, ganz unzweifelbar.

Mit einer Reihe weiterer Arten habe ich ähnliche Versuche durchgeführt. Da aber ihr anfänglicher, normaler

Säuregehalt ein ganz geringer war (meist weniger als 2 C.C. pro 10 Gramm Pflanze), waren auch die erhaltenen Differenzen zu klein, um als völlig beweisend betrachtet zu werden, und ich würde ihnen gar keinen Werth beilegen, wenn sie nicht stets negativ gewesen wären. Dieser Umstand spricht aber dafür, dass auch bei geringerem Säuregehalt die Pflanzentheile bei erhöhter Temperatur Säure verlieren.

So weit also bis jetzt unsere Versuche reichen, zeigen alle Pflanzentheile in dem Punkte ein gleiches Verhalten, dass sie bei künstlich erhöhter Temperatur mehr oder weniger an Säure einbüssen. Es gilt dieser Satz für den ausgewachsenen Zustand oder bei künstlicher Sistirung des Wachsthums; die das Wachsthum selbst begleitende Säurebildung habe ich in dieser Richtung noch nicht untersucht.

An diesen Satz lassen sich zwei Folgerungen knüpfen. Erstens dass die Fettpflanzen sich in dieser Beziehung nicht wesentlich anders verhalten, als die übrigen Gewächse. Sogar der Grösse nach sind ihre Säure-verluste nicht wesentlich anders, wenn man sie mit anderen Pflanzen mit annähernd demselben Gehalt an Säure vergleicht.

Zweitens geben diese Erfahrungen eine weitere Stütze ab für die Ansicht, dass auch bei gewöhnlicher Temperatur in allen Pflanzen unaufhörlich Zersetzung von Säure, wenn auch äusserst langsam und meist ganz unmerklich, vor sich geht.

Ebenso wenig wie bei wochenlangem Aufenthalt im Dunklen bei gewöhnlicher Temperatur die saure Reaction je völlig verschwindet, ebenso wenig scheint dieses auch beim mehrtägigem Aufenthalt in grösserer Wärme der Fall zu sein. Wenigstens habe ich Organe von zahlreichen Arten von Fettpflanzen und anderen Gewächsen 3—5 Tage im Dunklen bei 35° C. aufbewahrt, und ein Verschwinden der sauren Reaction mit Lackmusspapier, so lange die Theile überhaupt am Leben blieben, nicht constatiren können.

Einfluss der Temperatur auf die nächtliche Säure-production der Fettpflanzen. Die mitgetheilten Versuche geben

uns ein Mittel in die Hand um zu entscheiden, ob während der normalen periodischen Säurebildung bei den Fettpflanzen die Zersetzung von Säure auf die Tageszeit beschränkt ist, oder vielmehr auch Nachts neben der Production fortdauert.

Findet während der Nacht, nach vorausgegangener Beleuchtung, nur Säurebildung statt, so wird auch nur diese von der Temperatur afficirt werden können. Gehen dagegen beide entgegengesetzte Processe gleichzeitig vor sich, so liegt die Möglichkeit vor, dass die Zersetzung in höherem Maasse von der gesteigerten Wärme gefördert wird als die Säurebildung, da letztere sowohl der Zeit nach beschränkt als auch in ihrer Ausgiebigkeit durch die Menge des empfangenen Lichtes bestimmt ist.

Meine Versuche haben diese Erwartung bestätigt, und gezeigt, dass durch Erwärmung während der Nacht, die Zersetzung von Säure ebenso gross oder sogar noch grösser, als die Bildung, gemacht werden kann.

Es war von Interesse, den Säure-gehalt nicht nur vor und am Ende einer ganzen Nacht zu bestimmen, da ja die Möglichkeit vorlag, dass die Production durch die höhere Wärme derart beschleunigt werden könnte, dass sie rascher verlief und früher beendet war, als bei gewöhnlicher Temperatur.

In einer ersten Versuchsreihe habe ich daher je drei vergleichbare Objecte ausgewählt und sie während eines sonnigen Tages dem vollen Himmelslichte bis 4 Uhr ausgesetzt. Um diese Zeit wurde je ein Exemplar analysirt, und gelangten die beiden anderen in den auf 45° C. erwärmten Kasten, wo das eine bis 10 Uhr Abends, das andere bis zum nächsten Morgen 11 Uhr verweilte. Von *Rochea falcata* wurde ein viertes vergleichbares Blatt um 4 Uhr in den Dunkelschrank gebracht, und dort die ganze Nacht bei etwa 17° C. aufbewahrt; es bildete bis zum nächsten Morgen, als es analysirt wurde, eine sehr normale Säuremenge.

	Getödtet:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Rochea falcata, je Ein Blatt...	vor	13.04	1.5	1.2	
	nach 6 St.	12.71	1.9	1.5	+ 0.3
	nach 19 St.	13.19	1.6	1.2	— 0.3
Contrôle bei 17° C.....	—	9.79	8.8	9.0	+ 7.8
Echeveria glauca, je zwei Blätter.	vor	17.25	1.1	0.6	
	nach 6 St.	17.24	1.7	0.9	+ 0.3
	nach 19 St.	18.62	2.0	1.1	+ 0.2
Sempervivum glutinosum, je zwei Blätter.....	vor	7.70	1.2	1.6	
	nach 6 St.	6.98	1.9	2.7	+ 1.1
	nach 19 St.	7.99	2.8	3.5	+ 0.8

Statt der ausgiebigen Production von Säure, welche diese Arten in einer Nacht nach kräftiger Beleuchtung aufzuweisen pflegen (Vergl. die Tabelle auf S. 78), fand hier bei *Rochea* keine, bei *Echeveria* und bei *Sempervivum* nur eine geringe Zunahme der Acidität statt.

In der zweiten Versuchsreihe wurde nur der Anfang der Nacht berücksichtigt; die Versuchsobjecte kamen nach kräftiger Beleuchtung Nachmittags um 4 Uhr alle in den vorher auf 41° C. erwärmten Kasten, und blieben hier bis 7 resp. 10 Uhr Abends bei derselben Temperatur. Von jeder Art nahm ich zwei Gruppen von vergleichbaren Objecten. Die erste Gruppe diente um die Veränderung in der Acidität zwischen 4 und 7 Uhr, die zweite um die zwischen 7 und 10 Uhr zu bestimmen. Diese Gruppen sind in der Tabelle mit A und B bezeichnet.

		Analysirt:	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Echeveria metallica.....	A	4 Uhr	5.21	0.7	1.3	
		7 „	5.41	0.7	1.3	0.0
	B	7 „	4.62	0.5	1.1	
		10 „	4.81	0.5	1.0	— 0.1
Rochea falcata.....	A	4 „	10.60	1.8	1.7	
		7 „	10.68	1.4	1.3	— 0.4
	B	7 „	8.02	1.2	1 5	
		10 „	6.52	0.8	1.2	— 0.3

Es findet somit auch nicht in den ersten Stunden eine ausgiebige Production von Säure statt. Bei *Echeveria* hielten sich im Gegentheil Production und Zersetzung das Gleichgewicht, bei *Rochea* waltete die Zersetzung vor. Vergleicht man diese Zahlen mit den S. 83 mitgetheilten, welche sich gleichfalls auf den ersten Theil der Nacht beziehen (4 — 9.30 Abends), so ist der Einfluss der Temperatur ganz deutlich.

Diese Versuche berechtigen uns zu der Folgerung, *dass auch während der Nacht, nach vorangegangener Beleuchtung, ebenso wohl, wie beim Aufenthalt in constanter Finsterniss, die Zersetzung von Säure fortschreitet.* Durch erhöhte Temperatur wird sie so viel kräftiger beschleunigt als die Production, dass sie dieser bei 40° das Gleichgewicht halten, oder sogar überwiegen kann.

In den Blättern der Crassulaceen geht die Vernichtung von Säuremolecülen also stets und ohne Unterbrechung, nur mit wechslender Intensität vor sich. Am Tage durch verschiedene Umstände beschleunigt, wird sie unter normalen Vegetationsbedingungen während der Nacht von der Säurebildung weit überboten, und dadurch der directen Beobachtung entzogen.

VI. Die verminderung der acidität am tage.

Unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen verlieren die Fettpflanzen am Tage annähernd ebenso viel Säure, als sie in der vorangehenden Nacht producirt haben; jeden Abend sind sie, wie bereits den ältesten Beobachtern bekannt war, so arm an jenen Substanzen, dass diese durch den Geschmack kaum oder gar nicht mehr nachgewiesen werden können.

Vergleicht man mit dieser Erfahrung die in unserem ersten Versuche mit *Rochea falcata* S. 71 gewonnenen Zahlen, so sieht man sogleich, dass wenn man die Pflanze am Abend in 's Dunkle bringt, und sie nun hier während einiger Tage stehen lässt, der Verlust an Säure am ersten Tage ein auffallend viel kleinerer ist, als die nächtliche Production, ja dass sogar in 2×24 Stunden im Dunklen nur etwa die Hälfte verloren wird von dem, was in Einer Nacht entsteht, was also unter normalen Verhältnissen auch wohl an einem Tage verschwinden könnte. Zahlreiche Versuche haben diese Folgerung auch bei anderen Arten bestätigt; ich weise beispielshalber noch auf die für *Echeveria metallica* S. 82 mitgetheilten Zahlen.

Die normale tägliche periodische Verminderung der Acidität ist also keineswegs einfach derselbe Process, wie die stetige Zersetzung der Säure im Dunklen, sondern unterscheidet sich von dieser durch eine weit grössere Ausgiebigkeit. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt in dem beschleunigenden Einflusse des Lichtes, auch des schwachen Tageslichtes, auf den Process der Säurezersetzung. Die folgenden Versuche geben hierüber Aufschluss.

In einer ersten Reihe habe ich den Einfluss sehr schwachen Tageslichtes mit dem Säureverluste in völliger Dunkelheit verglichen. Die Versuchsobjecte waren Tags vorher kräftig und gleichmässig beleuchtet, und Abends in den Dunkelschrank gebracht. Am Morgen 8 Uhr wurden nun von jeder Species das eine Vergleichsobject hinter einem Nordfenster dem Lichte ausgesetzt, während das andere im Dunkelschrank blieb. Nachmittags halb vier wurden sämmt-

liche Objecte gleichzeitig getödtet und titrirt. Da sie nun am Morgen gleichen Reichthum an Säure gehabt haben müssen, so weisen die Differenzen in der Tabelle ohne Weiteres an, wie viel Säure am Lichte mehr zersetzt wurde als im Dunklen. Die absolute Grösse der Zersetzung geht aus den Zahlen zwar nicht hervor, sie ist aber für das Resultat gleichgültig, und kann leicht annähernd aus anderen Versuchen mit denselben Arten abgeleitet werden. Kräftige, ausgewachsene, in der gewöhnlichen Weise ausgewählte Blätter resp. Blatthälften dienten zu diesem Versuche. Das Licht war viel schwächer als in allen sonstigen Versuchen, da hier nur von einem kleinen Theile des Himmels Licht auf die Blätter fallen konnte, während in meinen übrigen Experimenten die Versuchsobjecte gewöhnlich von allen Seiten Licht erhielten.

	Art der Exposition.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Echeveria metallica, Längshälften eines Blattes.....	Licht	6.09	1.7	2.8	
	Dunkel	7.23	5.4	7.5	4.7
Rochea falcata, Blätter eines Paares	Licht	12.15	5.5	4.5	
	Dunkel	12.05	10.3	8.5	4.0
Echeveria glauca, Längshälften von drei Blättern.....	Licht	10.16	1.3	1.3	
	Dunkel	10.45	3.9	3.7	2.4

Demnach ist der Verlust an Säure bei sehr schwachem diffusem Licht bereits auffallend grösser als im Finstern, unter sonst gleichen Bedingungen.

In allen Versuchen, in denen ich Blätter von Fettpflanzen völlig frei exponirte, und sie von oben und von allen Seiten Licht empfangen konnten, aber doch nicht von den directen Sonnenstrahlen getroffen wurden, war die Zersetzung der Säure stets eine sehr kräftige. Doch pflegt directes Son-

nenlicht die Zersetzung noch mehr zu beschleunigen, was zum Theil seinen Grund in der grösseren Intensität des Lichtes, zum Theil aber auch in der dabei unvermeidlichen bedeutenden Erwärmung der Blätter haben mag. In dem folgenden Versuch wurden die Objecte, wie in dem zuletzt beschriebenen, nachdem sie am vorigen Tage normal beleuchtet und während der Nacht verdunkelt waren, theils der Sonne, theils dem diffusen Tageslichte bis Nachmittags 4 Uhr ausgesetzt, und darauf gleichzeitig analysirt. Da man am Morgen in jedem Paare von Vergleichsobjecten gleichen Säuregehalt annehmen durfte, weisen die Differenzen in der Tabelle direct an, wie viel Säure an der Sonne mehr zersetzt wurde als im diffusen Lichte. Die Sonne schien nicht ununterbrochen, sondern es zogen während des ganzen Tages Wolken vorüber. Die dem diffusen Lichte ausgesetzten Blätter von *Echeveria metallica* und *Rochea falcata* lagen hinter einem Nordfenster; die von *Pachyphytum bracteatum* im Freien, waren aber gegen die directen Sonnenstrahlen durch einen verticalen Schirm geschützt. Die besonnten Blätter fühlten sich warm an; die nicht besonnten kühl.

	Art des Lichtes.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Echeveria metallica, Längshälften eines Blattes.....	Sonne	5.42	1.2	2.2	
	Diffus	5.69	2.3	4.0	1.8
Rochea falcata, Blätter eines Paares.	Sonne	7.09	1.1	1.6	
	Diffus	7.35	2.0	2.7	1.1
Pachyphytum bracteatum, Blätter.	Sonne	12.57	2.4	1.9	
	Diffus	15.49	5.3	3.4	1.5

An der Sonne verloren die Blätter somit mehr Säure als im

diffusen Tageslicht. Eine Wiederholung dieses Versuches mit den beiden ersteren Arten ergab dasselbe Resultat.

Verminderung der Acidität am Tage bei anderen Pflanzen. Bis jetzt habe ich nur Glieder der Familie der Crassulaceen in die mitgetheilten Versuche aufgenommen. Es findet sich dieselbe bedeutende Zersetzung von Säuren unter dem Einfluss des Tageslichtes aber auch bei anderen Fettpflanzen, wenigstens sofern diese auch die Erscheinung der nächtlichen Production aufweisen. So z. B. bei *Stapelia*, *Phyllocactus*, *Opuntia*. Einen mit letzterer Pflanze angestellten Versuch will ich als Beispiel mittheilen. Es wurden ein altes und ein junges Stammglied der Länge nach getheilt, nachdem sie Tags vorher gut beleuchtet, und des Nachts verdunkelt gewesen waren. Die einen Hälften wurden Morgens 8 Uhr analysirt, die anderen dem vollen Himmelslichte ausgesetzt und erst um 6 Uhr Abends getödtet. Die Sonne schien fast unabgebrochen.

	Vor oder nach Ablauf der Exposition.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Diff.
Opuntia monacantha, Längshälften einer jungen Scheibe.....	vor	6.46	4.7	7.3	
	nach	7.77	0.8	1.0	— 6.3
Opuntia monacantha, Längshälften einer alten Scheibe.....	vor	7.76	1.6	2.1	
	nach	10.50	1.1	1.0	— 1.1

Die ältere Scheibe war viel ärmer an Säure als wie die junge (Vergl. S. 70), in beiden fiel der Gehalt bis zu der selben Grenze herab.

Andere Arten als Fettpflanzen habe ich bis jetzt in dieser Richtung noch nicht geprüft. Es wäre sehr wichtig zu erfahren, ob auch bei ihnen das Licht einen begünstigenden Einfluss auf die Zersetzung der Säure hat. Es ist offenbar nicht zu erwarten, dass dieser Einfluss ein so bedeutender sein wird wie bei den Fettpflanzen. Doch sprechen mehrere

Gründe dafür, dass diese Wirkung des Lichtes keine, den Fettpflanzen völlig eigenthümliche Erscheinung sei.

Einfluss der Farbe des Lichtes auf die Zersetzung der Säuren am Tage. Am 3 August 1881 habe ich mich darüber zu belehren versucht, ob die Farbe des Lichts einen auffallenden Einfluss auf die Zersetzung der Säuren habe, und dazu den Verlust an Säure in möglichst gleichen Versuchsobjecten hinter rothem und blauem Glase verglichen. Die Gläser waren die zu pflanzenphysiologischen Versuchen vielseitig empfohlenen, Rubinglas als rothes, Kobaltglas als blaues, und aus der Fabrik der Herren WARMBRUNN und QUILITZ in Berlin bezogen. Ich benutzte zwei grosse 50 Cm. lange und 30 Cm. breite Kasten, deren Oberseite durch die betreffende Glasscheibe eingenommen war, und exponirte die Objecte nicht auf dem Boden der Kasten, sondern auf Glasscheiben, welche in kurzer Entfernung unterhalb des farbigen Glases angebracht waren. Vor Anfang des Versuchs wurde der Deckel mittelst streifen schwarzen Papieres derart auf dem Kasten geklebt, dass nur durch die Glasscheibe Licht eintreten konnte. Die Kasten wurden im Freien exponirt; der Tag war anfangs sonnig, nach Mittag aber trübe. Der Versuch dauerte von Morgens 8 Uhr bis Abends 7 Uhr. Die Analysen ergaben die folgenden Zahlen:

	Farbe des Lichts.	Vor oder nach Ablauf der Exposition.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Verlust an Säure.	Diff. zwischen Roth und Blau.
Echeveria metallica.	Roth	vor	15.70	9.4	6.0		
		nach	14.59	3.9	2.7	3.3	
	Blau	vor	17.69	12.6	7.1		
		nach	17.65	6.9	3.9	3.2	+ 0.1
Rochea falcata.....	Roth	vor	19 17	8.5	4.4		
		nach	19.00	4.8	2.5	1.9	
	Blau	vor	19.67	8.8	4.5		
		nach	22.79	5.8	2.5	2.0	— 0.1

	Farbe des Lichts.	Vor oder nach Ablauf der Exposition.	Gewicht in Grm.	Acidität in C.C. KHO.	Acidität pro 10 Grm.	Verlust an Säure.	Diff. zwischen Roth und Blau.
Sempervivum glutinosum.....	Roth	vor	12.82	10.9	8.5		
		nach	13.08	4.7	3.6	4.9	
	Blau	vor	12.64	10.4	8.2		
		nach	12.60	3.3	2.6	5.6	— 0.7
Sempervivum chlorochrysum.....	Roth	vor	8.78	8.6	9.8		
		naeh	9.38	4.3	4.6	5.2	
	Blau	vor	8.47	7.4	8.7		
		nach	8.54	4.6	5.4	3.2	+ 2.0
Crassula lactea.....	Roth	vor	4.14	1.7	4.1		
		nach	4.67	0.9	1.9	2.2	
	Blau	vor	4.39	1.5	3.4		
		nach	4.37	0.7	1.6	1.8	+ 0.4
Diastemon Hookeri.	Roth	vor	3.66	1.5	4.1		
		nach	4.17	0.5	1.2	2.9	
	Blau	vor	4.07	1.2	2.9		
		nach	4.10	0.3	0.7	2.2	+ 0.7
Kleinia anteuphorbium.....	Roth	vor	2.64	0.9	3.4		
		nach	2.61	0.4	1.5	1.9	
	Blau	vor	1.97	0.6	3.0		
		nach	2.28	0.3	1.3	1.7	+ 0.2

Die beiden zuverlässigsten Arten, *Rochea* und *Echeveria*, zeigen gar keinen Unterschied zwischen dem rothen und dem blauen Licht; bei den übrigen Arten sind die Unterschiede meist gering, und nicht gleichsinnig. Ein Unterschied zwischen den beiden Lichtfarben hat sich also nicht geltend gemacht.

Wäre die Zersetzung der organischen Säuren, wie man früher annahm, ein Theil des Assimilationsprocesses in den Chlorophyllkörnern, so musste man erwarten, dass sie in der weniger brechbaren Hälfte des Spectrums, wie sie vom Rubinglas durchgelassen wird, weit intensiver sein würde, wie hinter dem nur die andere Hälfte des Spectrums durchlassenden Kobaltglas. Dieses ist nun nicht der Fall; hinter beiden Gläsern wurde von allen Arten nahezu gleichviel, etwa die Hälfte der vorhandenen Säuremenge zersetzt. Die beschleunigende Wirkung des Lichtes auf diese Zersetzung ist also gar nicht identisch mit der Wirkung des Lichtes bei der Kohlensäure-zerlegung.

Ich habe noch einige Versuche angestellt über den Einfluss der Kohlensäure-zerlegung auf die Zersetzung der Säuren im Tageslichte, und dazu die Verluste an organischer Säure in einer Kohlensäure-freien und in einer 3 pCt. dieses Gases haltenden Lüft untersucht. In keinem der beiden Fälle verhielten sich die Blätter der empfindlichsten Crassulaceen wesentlich anders als in der freien Luft. Ob den Chlorophyllkörnern also aus anderer Quelle als aus dieser Zersetzung viel oder wenig Kohlensäure zugeht, scheint auf die Ausgiebigkeit dieses Processes, wie wohl zu erwarten war, keinen Einfluss auszuüben.

Fassen wir die erhaltenen Resultate kurz zusammen, so können wir Folgendes sagen:

Die Zersetzung der organischen Säuren in den Fettpflanzen wird am Tage sowohl durch diffuses Licht als zumal durch directes Sonnenlicht wesentlich beschleunigt; die Farbe des Lichtes hat darauf aber keinen merklichen Einfluss.

Diese Zersetzung ist weder ein Theil des Processes der Kohlensäure-assimilation, noch auch ein mit diesem übereinstimmender Reductionsprocess; denn sie kann in völliger Finsterniss stattfinden, und wenn sie auch vom Lichte beschleunigt wird, so verhält sich dabei das blaue Licht nicht wesentlich anders als das rothe.

Welcher Art diese Wirkung des Lichtes ist, ist eins der interressantesten Probleme aus der Physiologie der Pflanzenzelle.

Der periodische Verlust an Säure beruht auf wirklicher Zersetzung. Es ist vielleicht nicht überflüssig am Ende dieser experimentellen Auseinandersetzungen, einen Beweis für die Berechtigung des vielfach von mir gebrauchten Ausdruckes: Zersetzung von Säure, zu geben. Ich habe diesen als gleichwerthig mit Verminderung der Acidität benutzt, und eine einfache Ueberlegung wird zeigen, dass die Verminderung der Acidität, wenigstens die unter normalen Bedingungen bei den Fettpflanzen stattfindende, unmöglich auf Neutralisation der Säuren beruhen, sondern nur in deren nahezu völligen Vernichtung oder wenigstens Entfernung aus dem Zellsafte beruhen kann. Dass ein kleiner Theil neutralisirt wird, und in der Form von Salzen im Zellsafte zurückbleibt, beweisen die Befunde directer Analysen *).

Wir knüpfen unsere Betrachtung an die S. 78 mitgetheilte Tabelle an. Die Production von Säure während Einer Nacht betrug hier für *Echeveria metallica* 8.2 C.C., für *Rochea falcata* 6.6 C.C., für *Sempervivum chlorochrysum* 6.0 C.C. und für einige weitere Arten zwischen 2.4 und 3 C.C. Nimmt man an, dass die Säure nur Aepfelsäure war, so entspricht 1 C.C. 6.7 Milligramm Säure. Es wurden also in jener Nacht pro 10 Gramm Blattsubstanz producirt: *Echeveria* 55 Milligr., *Rochea* 44 Milligr., *Sempervivum* 40, und in den übrigen Arten etwa 15—20 Milligr. Nehmen wir nun ferner an, dass eine solche Production wahrend des ganzen Sommers in jeder Nacht stattfindet, oder, was gewiss wohl erlaubt sein wird, dass die Production eines ganzen Jahres nicht geringer sein wird, als die welche unter jener Annahme in den drei bis vier wärmsten Sommermonaten, also z. B. in 100 Tagen stattfinden würde. Es wird dann die ganze Jahresproduction, jetzt auf 100 Gramm Blattsubstanz berechnet, grade das Tausendfache jener Zahlen, wir haben also statt der Milligramme einfach Gramme zu schreiben. Würde nun diese ganze Säuremenge angehäuft, oder gar durch Basen neutralisirt, so würden die Säfte jener Blätter also über 15—55 pCt.

*) Vergl. z. B. Pringsheim's *Jahrbücher*, Bd. XIV, S. 576.

Trockensubstanz enthalten. Thatsächlich enthalten sie aber stets nur wenige Procente, vielleicht nie über 5 pCt., wovon dann noch nur ein relativ kleiner Theil auf die Säure fällt.

Wenn nun auch diese Betrachtung keineswegs auf Genauigkeit Anspruch machen kann, so lehrt sie doch wenigstens so viel mit Sicherheit, dass weitaus der grösste Theil der producirten Säure, ohne jede Spur zurück zu lassen, aus dem Zellsafte, und somit offenbar auch aus der ganzen Pflanze verschwindet. Und dass dieses ohne Zersetzung nicht möglich ist, liegt auf der Hand. Wir brauchen also keinen Anstand zu nehmen, diesen Ausdruck zu verwenden, auch wenn bis jetzt über die Art und Weise der Zersetzung noch keine Versuche angestellt wurden. Nur soviel können wir, nach den bekannten Versuchen Saussure's, als feststehend betrachten, dass dabei nicht unansehnliche Mengen Kohlensäure gebildet werden.

VII. Ueber die zersetzung organischer säuren durch das sonnenlicht.

Die zerstörende Wirkung des Lichtes auf die organischen Säuren ist keineswegs auf das lebendige Pflanzengewebe beschränkt, im Gegentheil auch chemisch reine Lösungen solcher Säuren werden durch das Licht der Sonne zersetzt. Sie theilen diese Eigenschaft mit zahllosen anderen organischen Verbindungen, wie Farbstoffen, Gerbstoffen, aetherischen Oelen, manchen Kohlenwasserstoffen u. s. w., welche alle theils nur im Lichte, theils im Lichte rascher als im Dunklen Sauerstoff aufnehmen und sich mit diesem verbinden *). Bei den organischen Säuren ist diese Oxydation von einer leicht nachweisbaren Entwickelung von Kohlensäure begleitet.

Im Dunklen oxydiren die organischen Säuren, wenigstens die hier in Betracht kommenden, sich an der Luft nicht, vorausgesetzt natürlich, dass ihre Lösungen frei sind von

---

*) Eine sehr schöne Uebersicht der chemischen Wirkungen des Lichtes findet sich in E. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets.* Paris 1868. Tom. II.

Schimmel und Bacterien, welche die Säure als Nährstoff benutzen und dafür Kohlensäure ausathmen.

Das Verschwinden der organischen Säuren aus den Blättern der Fettpflanzen darf nun aber keineswegs einfach mit ihrer Oxydation in chemisch reinen Lösungen auf eine Linie gestellt werden. Dies geht ohne Weiteres aus der Thatsache hervor, dass es auch im Dunklen stattfindet. Aber auch im Lichte ist der physiologische Process, soweit meine Versuche reichen, ein viel rascherer als der chemische. Da aber in dem Pflanzengewebe die Intercellularräume den Sauerstoff direct zu jeder Zelle führen, während die langsame Diffusion dieses Gases auch in einer sehr flachen Schicht einer Lösung vielleicht die Oxydation wesentlich verlangsamt, und beide Vorgänge überhaupt sehr schwer quantitativ vergleichbar zu machen sind, so lässt sich hierüber einstweilen noch kein endgültiges Urtheil aussprechen. Bei dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse ist somit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, das die directe chemische Wirkung des Lichtes auch in der Pflanze zu dem Verschwinden der organischen Säure beiträgt. Vielleicht tritt sie, der physiologischen gegenüber, ganz in den Hintergrund, vielleicht aber bildet sie, wenigstens in bestimmten Fällen, einen messbaren Theil des ganzen Processes.

Vor vielen Jahren hat bereits Sachs *) auf dieses Verhalten der organischen Säuren aufmerksam gemacht, und nachgewiesen, dass bis in die tiefsten Schichten der meisten saftigen Pflanzentheile, ein so starkes Licht eindringt, dass wenigstens von dieser Seite eine Betheiligung des Lichtes nicht von der Hand gewiesen werden kann.

Diesen Betrachtungen gegenüber schien es mir nun geboten, hier wenigstens eine gedrängte Uebersicht von jenen Erfahrungen zu geben, auf welche unsere Kenntniss von der Zersetzung der sogenannten Pflanzensäuren (Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Weinsäure) in reinen Lösungen im Lichte beruht. Ich thue dieses um so lieber, als diese Erfahrungen

---

*) Sachs., Durchleuchtung von Pflanzentheilen, *Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss.* Wien 1860. XLIII. S. 266.

in der Pflanzenphysiologie bisher nur wenig berücksichtigt wurden, und doch manche nicht unwichtige Anknüpfungspunkte für die Erklärung physiologischer Processe bieten.

Zwei Reihen von Erscheinungen bieten sich hier dar: die Oxydation der freien Säuren in wässriger Lösung und die Reduction ihrer Eisenoxydsalze zu Oxydulverbindungen. Beide finden nur im Licht, und stets unter Abscheidung von Kohlensäure statt. Wir betrachten zunächst die freien Säuren und fangen mit der Oxalsäure an.

Am Allgemeinsten bekannt ist die Thatsache, dass *Oxalsäure* in verdünnten Lösungen durch das Licht zersetzt wird. Wittstein beobachtete, dass aus einer Lösung von Oxalsäure, welche in einer geschlossenen Flasche im Sommer an einem Fenster stand, wo sie häufig von der Sonne beschienen wurde, nach $2^1/_2$ Monaten ein grosser Theil der Säure verschwunden war *), und empfiehlt somit die Aufbewahrung zumal titrirter Lösungen von Oxalsäure, im Dunklen. Auch Bizio †), sowie Downes und Blunt §) haben diese Erscheinung beobachtet, und wegen der Einführung der Oxalsäure als Grundlage der Acidimetrie durch Mohr ist sie jedem Chemiker bekannt **).

Von der Richtigkeit dieser Beobachtungen und von der grossen Geschwindigkeit mit der sich diese Zersetzung vollzieht, kann man sich leicht überzeugen. Es genügt dazu einige C.C. einer titrirten Lösung an einem sonnigen Sommertage im Freien zu exponiren, und sie am Abend wieder zu titriren. Freilich ist die chemische Intensität des Lichtes an verschiedenen Tagen eine äusserst verschiedene, und ununterbrochener Sonnenschein bietet keine Garantie für die

---

*) Wittstein, Ueber die Aufbewahrung von Normal-Oxalsäure, *Vierteljahrschrift f. prakt. Pharm.* XI. 573, Ref. in *Fresenius. Zeitschr. f. anal. Chemie* 1862. (I). S. 495.

†) Bizio, Il nuovo Cimento (2) T. I. p. 272; Ref. in *Zeitschr. f. Chemie*, T. VI. S. 52.

§) A. Downes und T. P. Blunt, *Chem. News* 37. S. 19, Ref. in *Chem. Jahresber.* 1878. S. 1080, Vergl. auch A. Downes, *Chem. News.* 42. S. 178.

**) Mohr, *Titrirmethode* 1877. 5 Aufl. S. 92.

Anwesenheit ansehnlicher Mengen chemischer Strahlen. Im Sommer 1881 habe ich zahlreiche Male 10 C.C. zehntelnormaler Oxalsäure Morgens 9 Uhr im Freien exponirt und Abends 5 Uhr titrirt. Häufig war an sonnigen Tagen das Titre fast nicht verändert, sehr häufig wurde die Flüssigkeit, statt durch 10 C.C. zehntelnormaler Kalilauge, bereits durch 7.5—9.5 C.C. neutralisirt, und hatte also 0.5—2.5 C.C. Oxalsäure verloren. Am 3 August aber wurde in einem ähnlichen Versuch genau die Hälfte der exponirten Oxalsäure zerstört (10 C.C. 0.1 Aeq. Oxalsäure nach Exposition durch 5 C.C. 0.1 Aeq. KHO neutralisirt). Bei mehrtägiger Exposition wurde häufig alle Säure aus den 10 C.C. 0.1 Aeq. Oxalsäure zersetzt. Schwächere Lösungen, z. B. von 0.025 und 0.01 Aeq. werden sehr gewöhnlich in 1—2 Tagen völlig neutral. Je dünner die Schicht der Lösung, je mehr Sauerstoff also Zutritt hat, um so rascher ist die Zersetzung. Leitete ich einen regelmässigen Strom von Luft über die Flüssigkeit, so war der Verlust an Säure ein sehr bedeutender. Imbibirte ich Fliesspapier mit zehntelnormaler Lösung, so genügte meist eine eintägige Exposition um jede Spur von Säure verschwinden zu lassen. Die zehntelnormale Lösung zeigte sich bei diesen Versuchen als die am meisten empfehlenswerthe; verglich ich mit ihr Lösungen anderer Concentration, so war sowohl bei stärkeren als bei schwächeren Lösungen die Geschwindigkeit der Zersetzung, an demselben Tage und bei gleicher Exposition, geringer. Bei den stärkeren Lösungen rührt dies zum Theil wenigstens daher, dass mit erhöhter Concentration das Vermögen, Sauerstoff aufzulösen, abnimmt.

Wiederholt man diese Versuche mit *Lösungen von Aepfelsäure, Citronensäure und Weinsäure*, so erhält man ähnliche Resultate, doch ist die Zersetzung hier eine viel langsamere. Ich exponirte z. B. je 10 C.C. einer zehntelnormalen Lösung von diesen drei Säuren und von Oxalsäure vom 26—28 Juni 1881 im Freien; die Titration am Ende des Versuches ergab, dass verschwunden waren: von Oxalsäure 2.95 C.C., Aepfelsäure 0.4 C.C., Citronensäure 0.5 C.C. und von Weinsäure 0.6 C.C., und ähnliche Resultate gaben

Versuche mit schwächeren Lösungen. Zehntelnormale Lösungen der drei letztgenannten Säuren, in wenigen C.C. in Filtrirpapier imbibirt, und in geschlossenen Gefässen exponirt, brauchten zwei und mehrere Tage um völlig zersetzt zu werden.

Das Verdunsten der Lösungen in der Sonne bietet immer grosse Schwierigkeiten, und die Bedeckung mit Glasplatten führt eine andere sehr unliebsame Fehlerquelle ein, zumal da man nicht weiss, ob alle benutzten Platten einen gleich grossen Theil des chemischen Lichtes absorbiren und reflectiren. Ich habe deshalb in späteren Versuchen die Säuren in reines dickes Glycerin gelöst, und dieses in flachen Glasschaalen in dünner Schicht dem Lichte exponirt. Bei siebentägiger Exposition erhielt ich dann in Contrôle-Versuchen genau dieselben Zahlen; es wurde dabei z. B. von 13—30 August 1881 von 10 C.C. 0.2 Aeq. Aepfelsäure 2.1 C.C. und von 10 C.C. 0.1 Aeq. Citronensäure 1.5 C.C. zersetzt; in grösseren Schaalen bei dünnerer Schicht war die Zersetzung in derselben Zeit noch etwas grösser.

Exponirt man die Säuren im sauerstofffreien Raum, z. B. in umgekehrten Reagenzröhrchen über Quecksilber, so findet auch bei mehrtägigem Versuchsdauer keine merkliche Zersetzung statt. Exponirt man sie in langen horizontalen Röhren, oder in Waschflaschen, und leitet man täglich einen Strom kohlensäurefreier Luft über sie, während man die entweichende Luft durch eine titrirte Lösung von Barytwasser führt, so kann man sich von der Entstehung von Kohlensäure überzeugen. Bereits der dicke Niederschlag von kohlensaurem Baryt zeigte mir dieses bei allen vier den genannten Säuren an. Titrirte ich die Säure-lösung und die Barytlösung am Ende des Versuches, so zeigte sich, dass alle verschwundene Säure vollständig in Kohlensäure verwandelt war. Es wurden z. B. in fünf Tagen von 10 C.C. 0.1 Aeq. Oxalsäure 2.05 C.C. zersetzt, während dafür 4.0 C.C. 0.1 Aeq. Kohlensäure gefunden wurden. Da nun jedes Aequivalent Oxalsäure zwei Aeq. Kohlensäure geben kann ($H_2 C_2 O_4 + O = 2 CO_2 + H_2 O$) hätte nach der Rechnung 4.1 C.C. Kohlensäure gefunden werden müssen.

Rothes und blaues, resp. durch Robinglas und durch Kobaltglas gegangenes Licht haben sehr verschiedene Wirkung. Bei allen nahmhaftgemachten Säuren fand die Zerstörung nur im blauen Lichte und nicht im rothen statt, und nur bei Oxalsäure konnte ich in einem Falle bei längerer Versuchsdauer einen geringen Verlust in jenem rothen Lichtgemenge feststellen.

Setzt man neutrale Kalisalze der vier genannten Säuren dem Sonnenlichte aus, so werden sie alcalisch, jedoch nur sehr schwach; die Bindung an Kalium setzt offenbar der Zersetzung ein ganz wesentliches Hinderniss in den Weg. Vielleicht wird nur soviel Säure vom Licht zersetzt, als in der verdünnten Lösung durch Dissociation frei wird, und sind die Salzmolecule selbst für das Licht unempfindlich.

Es ist selbstverständlich, dass auch in ausgepressten Pflanzensäften am Lichte die freie Säure zersetzt wird; ich habe mich zum Ueberflusse davon durch einige Versuche überzeugt. Es folgt daraus, dass solche Säfte nach ihrer Praeparation, bis zum Titriren, entweder im Dunklen, oder doch in einem schlecht beleuchteten Raum aufbewahrt werden müssen, zumal wenn sie Oxalsäure enthalten. Diese Vorschrift habe ich bei meinen in den vorigen Abschnitten beschriebenen Versuchen mit den getödteten Pflanzentheilen befolgt.

Einige Forscher haben den Einfluss organischer Säuren in künstlichen Lösungen auf die Thätigkeit des Chlorophylls im Lichte studirt *). Es ist dabei stets im Auge zu behalten, dass diese hier Kohlensäure produciren und dadurch indirect deren Assimilation fördern können.

Wir kommen jetzt zu der *Reduction von Eisenoxydsalzen durch organische Säuren im Sonnenlichte.* Unter dem Einflusse des Sonnenlichtes haben die Eisenoxydsalze eine Neigung sich in Oxydulsalze zu verwandeln †), und sie thun dieses, sobald sich in der Lösung ein Körper befindet, der

*) z. B. Schultz-Schultzenstein, nach *Jahresbericht für Agric.-Chemie*, VII. 1864. S. 119.

†) Vergl. hierüber Becquerel, *La lumière*, l. c. p. 70—73.

sich mit einem Theil ihres Sauerstoffes verbinden kann, im Allgemeinen also mit organischen Substanzen. Lösungen von Eisenchlorid in Alcohol, in Aether, in verschiedenen organischen Säuren zeigen diese Zersetzung; das gelbe Oxydsalz verwandelt sich in kurzer Zeit vollständig in das farblose Oxydulsalz. Schüttelt man dieses, falls es gelöst blieb, mit vieler Luft, so stellt sich die gelbe Farbe wieder her, und es ist somit neues Oxydsalz gebildet, welches nun an der Sonne wieder entfärbt werden kann. In dieser Weise kann man den Versuch beliebig oft wiederholen, bis schliesslich die organische Substanz verschwunden und in Kohlensäure umgewandelt ist. Das Eisen wirkt hier also in der Art, dass es den Sauerstoff auf immer neue Molecüle des organischen Körpers überträgt.

Die Entwickelung von Kohlensäure lässt sich am schönsten mit Oxalsäure beobachten *). Ich wählte eine Lösung von 0.2 Aeq. Oxalsäure und setzte zu dieser entweder Eisenchlorid, oder Eisenoxydhydrat, das ich durch Praecipitation mittelst Ammoniak aus Eisenchlorid frisch bereitet und gut ausgewaschen hatte. Nach beiden Verfahrensarten erhält man dieselben Resultate, die erstere ist bequemer, die letztere schliesst die Mitwirkung der Salzsäure aus. Brachte ich nun eine dieser beiden Flüssigkeiten, welche intensiv gelb gefärbt waren, in einem umgekehrten Reagenzrohr über Quecksilber, oder über die Lösung selbst in 's Sonnenlicht, so fing fast augenblicklich eine kräftige Gasentwickelung an; in kleinen Blasen stieg das Gas auf, um sich im oberen Theile der Röhre zu sammeln. Dabei entfärbte sich die Lösung und es entstand ein reichlicher gelber kristallinischer Niederschlag von oxalsaurem Eisenoxydul. Nach Döbereiner, der diese Zersetzung beschreibt, findet sie wohl im violetten und blauen, aber nicht im rothen und gelben Sonnenlichte statt †). Der Niederschlag löst sich weder

*) G. Lemoine (*Comptes rendus*, T. 97. S. 1208) benutzt die Entwickelung der Kohlensäure zur Messung des Einflusses verschiedener Factoren auf die Zersetzung von Oxalsäure durch Eisenchlorid im Sonnenlicht.

†) Naumann, *Algem. Chemie*, S. 826.

beim Kochen, noch auch durch Zusatz einer starken Oxalsäure-lösung auf.

Auch citronensaures Eisenoxyd, über Quecksilber der Sonne ausgesetzt, entwickelte eine reichliche Menge Kohlensäure, welche als Blasen aufstieg; sobald die anfangs gelbe Lösung entfärbt war, hielt die Gasbildung auf.

Um die Rückbildung des Oxydsalzes aus der Oxydulverbindung zu beobachten, muss man mit solchen Säuren experimentiren, deren Eisenoxydulsalz in Wasser leicht löslich ist, und die Versuche nicht über Quecksilber, sondern in offenen Reagenzröhrchen vornehmen. Folgende Versuche mögen zum Beleg des oben hierüber Gesagten mitgetheilt werden.

Citronensäure, Aepfelsäure und Weinsäure von 0.1—0.2 Aeq. habe ich wie die Oxalsäure theils mit Eisenchloridlösung, theils mit frischem gewaschenem Eisenoxydhydrat versetzt, bis sie eine braune Farbe hatten. An der Sonne entfärbten sie sich, zwar langsamer als die Oxalsäure, doch in $^1/_2$—2 Stunden vollständig; es entstand kein Niederschlag, denn das farblose Oxydulsalz blieb gelöst. Die Oxydsalze waren völlig zersetzt, denn Gerbsäure gab in den entfärbten Lösungen keinen Niederschlag mehr. In 's Dunkle gebracht, nahmen die Lösungen wieder Sauerstoff auf und färbten sich allmählig wieder gelb bis braun, um so rascher, je besserer Zutritt die Luft zu ihren tiefsten Theilen hatte.

Spuren von Eisensalzen können in dieser Weise in kurzer Zeit ganz beträchtliche Mengen organischer Säuren umsetzen. Dazu ist nur erforderlich, dass die Luft leichten Zutritt zu der Lösung hat, damit jedes Molecül des gebildeten Oxydulsalzes sich sofort in Oxydsalz verwandlen könne. Bei der Darstellung reiner Lösungen, zumal behufs des Titrirens, ist also auf Abwesenheit der geringsten Spuren von Eisen zu achten *), ebenso bei den im Vorhergehenden erwähnten Versuchen über die Zersetzung der freien reinen Säuren an der Sonne. So geringe Spuren von Eisenchlorid, dass sie die acidimetrische Ausmessung der Säure nicht

*) Mohr, *Titrirmethode*, S. 139.

hinderten, beschleunigten die Zersetzung bereits ganz erheblich. So verloren z. B. 10 C.C. zehntelnormaler Oxalsäure unter Mitwirkung einer Spur Eisenchlorid in zwei Stunden an der Sonne 2.5 C.C. und 10 C.C. von Lösungen derselben Stärke von Aepfelsäure, Weinsäure und Citronensäure verloren in sieben Stunden an der Sonne, mit demselben Zusatze 2.0, 2.5 resp. 3.6 C.C. Säure. Vergleicht man diese Zahlen mit den S. 113 für eisenfreie Lösungen mitgetheilten, so sieht man, dass sie ganz anderer Ordnung sind.

Wie das Eisen, verhalten sich in dieser Beziehung auch andere schwere Metalle, vor Allen das Uran *). Aehnliche Wirkungen sind ferner von den Salzen des Quecksilbers, des Silbers, des Kupfers, und des Chromiums bekannt †).

Am ausführlichsten studirt sind die Erscheinungen, welche eisenhaltige Lösungen von Weinsäure im Sonnenlichte bieten, da diese als Grundlage gewisser photographischer Verfahrungsarten dienen §). Es ist hier nicht der Ort, auf diesen Punkt näher einzugehen, doch möge ein einfaches und leicht zu wiederholendes Beispiel hervorgehoben werden. Man färbe eine Weinsäure-lösung von etwa 1. Aeq. mit Eisenchlorid goldgelb, bestreiche hiermit gewöhnliches Schreibpapier und lasse es im Dunklen trocknen. Nun legt man ein gedrucktes Bild oder auch einen Bogen Druckpapier darauf, drücke beide mittelst einer Glasplatte fest an einander und setze sie der Sonne aus. Das Sonnenlicht entfärbt das Eisensalz. Nun behandle man das Papier mit verdünnter Gerbsäure; an den verdunkelt gewesenen Stellen schlägt sich das Eisenoxydsalz als gerbsaures Eisen nieder; an den beleuchteten Stellen reagirt das Oxydulsalz nicht, und es entsteht also ein positives Bild. Man braucht also nur noch mit vielem Wasser auszuwaschen und zu trocknen, um die photographische Copie zum Aufheben fertig zu haben.

---

*) Niepce de St. Victor et L. Corvisart in Wöhlers *Annalen d. Chemie und Pharmacie*, Bd. 37. 1860. S. 112, wo sich auch einiges über die Umsetzung des Amylums im Lichte findet.

†) Becquerel, *La lumière*, T. II. p. 66—74 und p. 164.

§) Vergl. hierüber Poitevin in *Ann. Chim. et Phys.*, 3 Serie, 1861. T. 62. S. 205 - 210.

Das Eisen besitzt also die Eigenschaft, unter dem Einflusse des Lichtes den freien Sauerstoff auf organische Verbindungen zu übertragen und diese zu oxydiren. Vielleicht steht es mit dieser Eigenschaft in Zusammenhang, dass das Eisen sowohl im Thierreich, wie im Pflanzenreich grade dort eine Rolle spielt, wo Sauerstoff in bedeutender Menge übertragen werden muss, im Blute und im Chlorophyll *).

Noch eine andere merkwürdige Analogie verdient hervorgehoben zu werden. Wie Ein Atom Eisen nach einander zahlreiche Atome Säure und Sauerstoff binden und in der Form von Kohlensäure (und Wasser) wieder frei lassen kann, so müssen nach unserer Vorstellung bei der Athmung die lebendigen Molecüle des Protoplasma die organischen Nährstoffe (Glucose) und den Sauerstoff binden, und sie in Form von Kohlensäure und Wasser wieder ausscheiden. Die Ausarbeitung dieser Analogie kann vielleicht wichtige Gesichtspunkte für die Erforschung der Athmungserscheinungen eröffnen.

VIII. Zusammenfassung der Resultate †).

Zahlreiche sogenannte Fettpflanzen, welche grossentheils zu den Crassulaceen, zum Theil aber auch zu den Cactaceen und anderen Familien gehören, zeichnen sich vor anderen Pflanzen durch eine merkwürdige periodische Production und Zersetzung organischer Säuren aus §). Am Morgen sind ihre Säfte oft auffallend stark sauer, um gegen Abend nur noch schwach sauer oder nahezu neutral zu sein. Zie zeigen

---

*) Nach Horsford soll sogar Kohlensäure durch Eisenphosphat unter Bildung von Kohlenoxyd im Sonnenlichte zersetzt werden können. Vergl. *Sitzber. der K. Akad.*, Wien, Bd. 67, (2) S. 466.

†) Eine vorläufige Mittheilung hierüber befindet sich in der *Bot. Ztg.* vom 30 Mai 1884, N°. 22.

§) Die Abhandlung von G. Kraus: Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze, IV, Die Acidität des Zellsaftes, in den *Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle*, Bd. XVI, 1884, welche zum Theil auch die Fettpflanzen behandelt, erhielt ich erst während der Druckes dieses Aufsatzes, und konnte sie deshalb leider nicht mehr berücksichtigen.

diese Periodicität bereits in der Jugend während ihres Wachthums, entwickeln sie zum vollen Maasse im erwachsenen Zustand, und behalten sie, wenn auch mit abnehmender Stärke, bis in das hohe Alter bei. Die producirte Säure ist vorwiegend Aepfelsäure, von dieser kann 1 Gramm Blattsubstanz in Einer Nacht etwa 2—5 Milligramm neu bilden, um am nächsten Tag wieder nahezu ebensoviel zu verlieren.

Diese Periodicität kommt der Hauptsache nach durch das Zusammenwirken von drei Factoren zu Stande. Der erstere ist die wohl allen Pflanzen gemeinsame, stetig aber langsam fortschreitende, vom Licht unabhängige Zersetzung der organischen Säuren des Zellsaftes. Sie ist im Allgemeinen um so kräftiger, je reicher der Pflanzentheil an gelöster Säure, um so schwächer und langsamer, je schwächer die saure Reaction des Saftes ist. Daher ist sie bei den meisten Pflanzen so schwach, dass es bis jetzt nicht gelang sie überall zweifellos nachzuweisen.

Der zweite Factor ist die Beschleunigung dieses Processes durch das Licht, welche schon in sehr schwachem diffusem Licht eine ganz bedeutende, im Sonnenlichte aber noch kräftiger ist. In wiefern diese Erscheinung den Fettpflanzen eigenthümlich ist, habe ich noch nicht untersucht.

Der dritte Factor ist die nächtliche Production von Säure. Diese ist eine äusserst eigenthümliche Erscheinung, welche vom Lichte hervorgerufen wird, das die Blätter während des Tages bescheint, welche aber dessenungeachtet während der Nacht stattfindet. Sie bildet das eigentlich Charakteristische der Fettpflanzen in dieser Beziehung.

Die nächtliche Säurebildung besitzt nicht eine von äusseren Einflüssen unabhängige, innere Periodicität; sie hört in constanter Finsterniss nach der ersten Nacht völlig auf, und ist also auf jene Nächte beschränkt, denen eine genügende Lichteinwirkung am Tage vorherging. Dagegen wird sie bereits von sehr schwachem Licht hervorgerufen, wenn dieses nur während mehrerer Stunden die Organe trifft. Einstündige Beleuchtung bedingt sie nicht. Die Production von Säure dauert während der ganzen Nacht, aber auch nicht länger als eine Nacht.

Während dieser Zeit steht die Zersetzung der Säure nicht stille, und die beobachtete Zunahme des Säuregehaltes weist also nur die Differenz zwischen beiden Grössen an. Um sich davon zu überzeugen braucht man nur die Pflanzentheile während der Nacht bei 35—40° C. aufzubewahren; die Zersetzung von Säure wird dann, wie bei allen Gewächsen, auch wenn sie nicht zu den Fettpflanzen gehören, ganz wesentlich beschleunigt, und zwar so, dass sie jetzt mit der Production gleichen Schritt halten, oder sie sogar überbieten kann. Während einer solchen Nacht bleibt dann, trotz kräftiger vorangegangener Beleuchtung, der Säuregehalt unverändert, oder nimmt nur wenig zu oder gar etwas ab; es hängt dies von den Arten und von verschiedenen Umständen ab.

So weit reichen meine Versuche. Ich mag aber diesen Aufsatz nicht abschliessen, ohne eine Frage, welche sich jedem Leser aufdringen wird, wenigstens kurz berührt zu haben. Wozu jene auffallend grosse Verschwendung von Stoff und Kraft, und wozu jene merkwürdig genaue Anpassung der Säure-bildung an die normalen Vegetationsbedingungen? Ein so hoch differenzirter Process muss doch offenbar eine ganz bestimmte physiologische Bedeutung haben.

Zunächst scheint es mir angesichts dieser Thatsachen unmöglich, Schleiden's in der Einleitung erwähnte Ansicht, dass die Säuren nur Nebenprodukte anderweitiger Stoffwechselprocesse seien, aufrecht zu erhalten. Die stetige Zersetzung im Dunklen und vielleicht auch deren Beschleunigung durch das Licht würde damit zwar wohl im Einklang sein, aber die so merkwürdig complicirte Erscheinung der periodischen Säurebildung ist ohne sehr gezwungene Hülfshypothesen mit ihr nicht zu vereinbaren.

Hat somit die periodische Säurebildung eine wesentliche Rolle im Leben zu erfüllen, so fragt sich wohl zuerst, weshalb sie auf die Fettpflanzen beschränkt sei. Wir haben, mit anderen Worten, nachzusuchen, welche den Fettpflanzen als solchen eigene Eigenschaften irgend eine Beziehung zu ihrem Säure-gehalte erkennen lassen. Hier geben uns nun die bekannten Versuche Askenasy's den Schlüssel, um uns

wenigstens eine wahrscheinliche Vorstellung von diesen Beziehungen zu machen. ASKENASY zeigte, dass die fleischigen Organe der Fettpflanzen im Hochsommer an sonnigen Tagen nicht selten bis 40—45° C. und darüber von den Sonnenstrahlen erwärmt werden, ja es kommt vor, dass diese Erwärmung bis ganz nahe an die Temperaturgrenze ihres Lebens geht. Dünnblättrige Pflanzen schützen sich an der Sonne gegen solche Erwärmung durch ihre Verdunstung, aber die Fettpflanzen sind grade dadurch ausgezeichnet, dass ihre Verdunstungsoberfläche im Verhältniss zu ihrem Volumen so äusserst klein ist. Sie können also einer solchen Erwärmung um so weniger entgehen, als sie auf ihren natürlichen Standorten stets grade möglichst stark der Sonne ausgesetzt sind.

Aus ASKENASY's Versuchen folgt also, dass die Fettpflanzen sich durch eine sehr bedeutende Erwärmung, welche an jedem sonnigen Tage fast unfehlbar eintritt, von den übrigen Gewächsen unterscheiden.

Durch eine solche Erwärmung wird aber bei allen Pflanzen, soweit meine Versuche reichen, die stetige Zersetzung von Säuren ganz erheblich beschleunigt. Ohne irgend welche besondere Eigenschaft zu besitzen würden die Fettpflanzen also einem solchen Säureverluste nicht entgehen können; sie würden, wenigstens im Sommer und an ihren natürlichen Standorten, stets nur einen sehr schwach sauren Zellsaft haben.

Eine bedeutende Säurebildung am Tage würde hierin nichts ändern, da die Zersetzung bei der höheren Temperatur deren ganzen Effekt würde vernichten können, wie es in unseren Versuchen bei künstlicher Erwärmung in der Nacht der Fall war.

Nur eine kräftige Production von Säure während der Nacht kann diesen Gewächsen, wenigstens periodisch, eine stark saure Reaction des Zellsaftes sichern, wenn sie auch nicht verhindern kann, dass an jedem Tage nahezu der ganze Vorrath von Säure wieder verloren geht. Nur durch eine solche können sich also die Fettpflanzen die Vortheile sichern, welche so vielen anderen Pflanzen in ihrem normalen, nicht periodischen Reichthum an Säure gegeben ist.

Diese Betrachtungen zeigen uns, dass wir die periodische Säurebildung bei den Fettpflanzen als eine besondere Adaptation aufzufassen haben, ohne ihr aber eine andere physiologische Bedeutung zuschreiben zu müssen als der stetigen Production von Säure bei den übrigen Gewächsen *). Wenigstens so lange nicht weitere Erfahrungen auf einen solchen Unterschied hinweisen.

Die in der vorliegenden Abhandlung beschriebenen Versuche wurden im Sommer 1881 im Pflanzenphysiologischen Laboratorium der Universität Amsterdam ausgeführt.

Die Abhandlung umfasst die folgenden Abschnitte:

I. Historisches und Fragestellung . . . . . S. 58.
II. Beschreibung der Methode . . . . . S. 61.
III. Abnahme der sauren Reaction in constanter Finsterniss. . . . . S. 71.
IV. Die nächtliche Production von Säure . . . . . S. 78.
V. Einfluss der Temperatur auf Bildung und Zersetzung der Säuren. . . . . S. 90.
VI. Die Verminderung der Acidität am Tage. . . S. 102.
VII. Ueber die Zersetzung organischer Säuren durch das Sonnenlicht . . . . . S. 110.
VIII. Zusammenfassung der Resultate. . . . . S. 119.

---

*) Ueber diese Bedeutung vergleiche man meinen Aufsatz über den Antheil der Pflanzensäuren an der Turgorkraft wachsender Pflanzentheile, *Bot. Zeitung* 1883. S. 849.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 31 Mei 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, A. C. OUDEMANS JR., ZEEMAN, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, VON BAUMHAUER, MAC GILLAVRY, KAMERLINGH ONNES, BEIJERINCK, MARTIN, MICHAËLIS, BAEHR, MULDER, FRANCHIMONT, HOFFMANN, DE VRIES, ZAAIJER, HEYNSIUS, VAN DIESEN, SCHOLS, BIERENS DE HAAN, SURINGAR, LORENTZ, HOEK, STOKVIS, PLACE, DONDERS, GRINWIS, VAN GOGH, KOSTER, VAN BEMMELEN, HUBRECHT, BEHRENS, VAN HASSELT, RAUWENHOFF, RIJKE, DIBBITS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Afwezig met kennisgeving de Heeren J. A. C. OUDEMANS en GUNNING.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, 24 Mei 1884; 2°. den Directeur der Ecole Polytechnique te Parijs, 6 April 1884; 3°. J. A. GOALEY, Secretaris van het India Office te Londen, 23 April 1884;

4°. J. W. Clark, Secretaris der Cambridge philosophical Society te Cambridge, 21 April 1884; 5°. H. Helmholtz, Berlijn, 1884; 6°. Wetzow, Bibliothecaris der Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften te Görlitz, 18 April 1884; 7°. J. B. de Rossi, Rome, 28 April 1884; 8°. L. Cremona, Rome, April 1884; 9°. Mozzani, Bibliothecaris der Societá Italiana delle Scienze te Rome, 28 April 1884; 10°. den Voorzitter van het R. Istituto Lombardo delle Scienze e Lettere te Milaan, 26 April 1884; 11°. P. Bortolotti, Secretaris der R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti te Modena, 1884; 12°. G. Bibio, Secretaris van het R. Istituto di Scienze, Lettere ed Arti te Venetië, 7 Mei 1884; 13°. H. Santesson, Bibliothecaris van het Institut royal Géologique de la Suéde te Stockholm, 15 November 1883; 14°. R. Thalen, Bibliothecaris der Société royale des Sciences te Upsala, 23 Mei 1884; 15°. Renard, Vice-President der Société impériale des naturalistes te Moscou, 1 Mei 1884; 16°. J. Bianci, Bibliothecaris der Academia Romana te Bucharest, 27 April 1884; 17°. L. Netto, Directeur aan het Museu Nacional te Rio de Janeiro, 5 April 1884; 18°. C. Duncan, Secretaris der Sociedad cientifica Argentina te Buenos Aires, 8 April 1884; 19°. den Secretaris der Royal Society of N. S. W. te Sydney, 29 Februari 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 5 Mei 1884; 2°. het Ministerie van Oorlog te 's Gravenhage, 12 Mei 1884; 3°. het Ministerie van Marine te 's Gravenhage, 15 Mei 1884; 4°. O. Torell, Directeur van het Institut royal Géologique de la Suède te Stockholm, 15 November 1883; 5°. den Directeur van het Musée Public te Moscou, 14 Mei 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een brief van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (10 Mei 1884),

het bericht behelzend, dat Z. M. de Koning de benoemingen van de Heeren M. W. Beijerinck en K. Martin tot gewone leden; den Heer G. Kirchoff tot buitenlandsch lid, en den Heer C. Th. Sluiter tot correspondeerend lid der Akademie heeft bekrachtigd; 2°. brieven van de Heeren Beijerinck, Martin en Kirchoff, waarin zij dank zeggen voor de hun te beurt gevallen onderscheiding, en verklaren het hun aangeboden lidmaatschap te aanvaarden.

Dien ten gevolge worden de Heeren Beijerinck en Martin ter vergadering binnengeleid en door den Voorzitter verwelkomd; 3°. bericht van het overlijden van het buitenlandsch lid der Akademie H. R. Göppert te Breslau. Dit bericht zal door een brief van rouwbeklag worden beantwoord.

Wordt gelezen een schrijven van het correspondeerend lid der Afdeeling, den Heer Verbeek (Buitenzorg 23 April 1884), waarin, als antwoord op den brief der Afdeeling van 27 Februari jl., te kennen wordt gegeven, dat voornoemd lid gaarne wenscht mede te werken om zijn verslag over den ramp van Krakatau in de acta der Akademie te doen opnemen, doch alvorens stappen in dien zin te doen, gaarne zoude vernemen, of de finantiële bezwaren, aan zulk eene onderneming verbonden, de krachten der Akademie niet te boven zouden gaan. De Regeering toch is van voornemen, 1000 exemplaren van dat verslag in twee talen te doen drukken, en daaraan toe te voegen 25 aquarellen en een dozijn grootere en kleinere kaarten.

Op voorstel van den Algemeenen Secretaris, die verklaart dat de finantiële krachten der Akademie niet eens zouden gedoogen, den tekst van het werk des Heeren Verbeek te bekostigen, veel minder de daaraan te verbinden teekeningen en kaarten, verklaart de Vergadering, haar vroeger uitgesproken wensch te laten varen, en den Heer Verbeek dank te zeggen voor de door hem verstrekte inlichtingen.

— Het verslag over de verhandeling des Heeren van Wisselingh: »De kernscheede bij de wortels der Phanerogamen" uitgebracht door de Heeren Rauwenhoff en Suringar, luidt gunstig. De Vergadering vereenigt zich met de

conclusie om daaraan eene plaats in de 8° werken te verleenen.

— De Heer Koster houdt eene voordracht over de lange buigspier van den duim, beschouwd in het licht der vergelijkende of genetische anatomie.

Hij herinnert aan zijne in 1879 medegedeelde onderzoekingen en beschouwingen over de strekspieren der vingers, waarbij hij de door vele ontleedkundigen nog als eene voor den mensch specifieke spier geldenden musculus indicator verklaarde: *voor een functioneel sterker ontwikkeld deel van een spierstelsel, dat bij de anthropoïde apen evenzeer bestaat.*

Omtrent den musculus flexor pollicis longus heerschen onder de ontleedkundigen nog zeer uiteenloopende meeningen. Voornamelijk hangt dit af van de bijzonderheid, welke in het spiertoestel van den duim bij den Orang oetan is op te merken. Bij de overige anthropoïden (Gibbon, Gorilla, enz.) is wel geen zóó geïsoleerde, zelfstandige, buigspier van het nagellid van den duim aanwezig als bij den mensch, maar de gemeenschappelijke buigspier der vingers geeft daarbij toch voor den duim een meer of minder krachtigen langen buiger af, waarvan de homologie met den eigen buigspier van den menschelijken duim, door den spiervezeloorsprong *langs den radius*, ongedwongen kan aangetoond worden.

Bij den Orang oetan echter *zou de buigspier van het nagellid des duims*, volgens de opgaven der zoötomen, *geheel ontbreken*. De radiale oorsprong van den algemeenen vingerbuiger gaat hier geheel in de pees over, welke zich naar den wijsvinger begeeft.

Het zonderlinge van dezen toestand, waarbij het toch bewegelijke nagellid van den duim van den Orang oetan wel een eigen strekspier (want deze ontbreekt niet) als bij den mensch zou bezitten, maar niet zou kunnen gebogen worden, schijnt vroegere ontleedkundigen weinig aanleiding tot verwondering gegeven te hebben.

Broca was, zoover de spreker weet, de eerste die aantoonde, dat bedoeld nagellid van den duim bij den Orang oetan toch gebogen kan worden, *daar bij dit dier een der spieren*

van de muis des duims (de adductor) een pees naar het nagellid zendt. De vroegere onderzoekers vermelden deze bijzonderheid niet; zelfs in den laatsten tijd werd zij door VON BISCHOFF niet opgemerkt.

In de »Sitzungsber. der K. Akad. d. Wissensch. zu Wien" van Maart 1879, deelde Prof. LANGER de uitkomsten mede van het ontleedkundig onderzoek der spieren van een Orang oetan, en gaf hij eene afbeelding eener (van het zoogenaamde binnenste hoofd van den korten duimbuiger, of den daaraan grenzenden adductor pollicis, schijnbaar niet te onderscheiden) *buigspier van het nagellid des duims van den Orang oetan.*

De Heer KOSTER vond, bij het ontleden van de voorste handen van een Orang oetan, waartoe hij in den laatsten tijd door de welwillendheid van Prof. M. WEBER in Amsterdam in staat werd gesteld, terstond de door LANGER afgebeelde spier weder, en toonde dat door hare samentrekking inderdaad het nagellid van den duim vrij krachtig kan gebogen worden. Hij vond verder, en toonde door eene afbeelding van het voorwerp aan, dat de bedoelde buigspier van het nagellid van den duim bij den Orang oetan, van de oppervlakte der daaronder liggende aanvoerende (of korte buig—?) spier van den duim gemakkelijk geheel los kan worden gepraepareerd. Met de als »inwendig hoofd" van den korten duimbuiger van den mensch door vele ontleedkundigen aangenomen spier, of met de afdeeling van de aanvoerende duimspier (tot welke velen dat inwendige hoofd van den korten duimbuiger rekenen) is dit niet het geval.

Verder wees de spreker op eenige bekende zoogenoemde »anomalieën", waarbij de samenhang van den langen duimbuiger en den gemeenschappelijken diepen vingerbuiger, zoowel bij den oorsprong als door de pezen in de handwortelstreek, bij den mensch was waargenomen; en bij den flexor digitorum profundus accessorius (KRAUSE, Varietäten u. s, w. 1880, S. 106) evenzeer op den oorsprong van vezelen, welke zich van den musc. pronator quadratus bij den musc. adductor pollicis voegen (KRAUSE l. c.). Een en ander scheen hem daarop te wijzen, dat in het stelsel der menschelijke duim- en vingerbuigspieren, oogenschijnlijk zoo

belangrijk van de buigers der teenen verschillende, onder anderen door het afwezig zijn der *caro quadrata Sylvii*, toch de rudimenten dezer laatste spier in aanleg niet ontbreken.

Neemt men aan, wat tegenwoordig door ontleedkundigen moeielijk betwijfeld kan worden, dat de bestanddeelen van hand en voet bij den mensch volkomen homoloog zijn, en dat verschillen van functie en groei uit een voet een hand kunnen doen ontstaan, dan moet ook fundamenteel het spierstelsel van den voetzool in de handpalm worden aangenomen.

Voor alle spieren is die homologie dan ook in de hoofdzaak vastgesteld. Slechts de *musculus flexor pollicis longus* en de *caro quadrata Sylvii* zijn nog aanleiding tot onzekerheid bij vergelijking van hand en voet des menschen, en doen sommige anti-Darwinistische ontleedkundigen nog spreken van *specifiek-menschelijke* spieren. Vooral het geheel ontbreken van den flexor pollicis longus bij den Orang oetan scheen daarvoor een argument van eenige beteekenis. Omtrent de homologie van de *caro quadrata Sylvii* kon de Heer KOSTER tot nu toe in de literatuur geene denkbeelden opsporen.

Het schijnt hem toe, dat de samenhang van die *caro quadrata* zoowel met de pees van den flexor digitor. pedis als hallucis, bij den mensch, ongedwongen een toestand kan verklaren, waarbij de vier buitenste teenen een gemeenschappelijke buigspier (al of niet met een deel der *caro quadrata*) verkrijgen, en (bij terugblijvende ontwikkeling van het hoogere gedeelte van de voor den grooten teen of duim bestemde afdeeling) uit den samenhang van de *caro quadrata Sylvii* met de pees van den *flexor hallusis* een *in de voetzool gelegen lange duimbuiger* tot stand komt.

Door een overzicht van de spieren en pezen van den voetzool tracht spreker dit nader toe te lichten.

Is nu de hand slechts een gewijzigd, maar in aanleg met den voet identiek orgaan, dan kan, eensdeels, het verdwijnen van de *caro quadrata Sylvii*, als deel van den algemeenen buiger, en het ontstaan van een zelfstandigen *musculus flexor pollicis longus* geen verwondering wekken; anderdeels wordt ook het nu en dan één zijn der vinger-

en duimbuigspieren, en het voorkomen van rudimenten der *caro quadrata* begrijpelijk. De hypothese, waartoe de Heer KOSTER dus, op grond van zijn onderzoek, komt, en welke hij nog verder hoopt te toetsen, is: *dat de door vroegere ontleedkundigen voor een verlengd deel van den m. adductor pollicis verklaarde buigspier van het nagellid van den Orang oetan ontstaan is door overblijfselen van een oorspronkelijken flexor pollicis longus en een deel der caro quadrata Sylvii.*

De vroegere verklaring is eene teleologische; de door den spreker verdedigde schijnt hem eene causaal-phylogenetische.

— De Heer DONDERS spreekt, als een vervolg op vroegere voordrachten, »over de intensiteit en de saturatie der kleuren van mengsels van twee homogene lichtsoorten, in betrekking tot die der componenten, voor het oog met normalen kleurzin."

— De Heer HEYNSIUS doet eene mededeeling *over de verhouding der eiwitstoffen tegenover zouten van alkaliën en van alkalische aarden.* Nadat hij vroeger had aangetoond, dat serumglobuline door saturatie met Na Cl grootendeels uit de bloedwei kan worden verwijderd, verkreeg HAMMARSTEN door saturarie met Mg SO_4 een veel aanzienlijker praecipitaat, dat hij insgelijks voor globuline hield. Toen nu later, in HAMMARSTEN's laboratorium zelf, door STARKE was gevonden, dat, na saturatie met Mg SO_4 op 30^0, door opvolgende saturatie met sulphas natricus op 40^0 ook de serumalbumine wordt neêrgeslagen, achtte spreker het van belang om de verhouding van andere zouten tegenover de eiwitstoffen na te gaan.

Hij onderzocht van de chloruren: het kalium-, natrium-, ammonium-, calcium- en magnesium-zout; van de nitraten: het kalium-, natrium-, ammonium-, baryum-, calcium- en magnesium-zout; van de sulphaten: het neutrale kalium-, natrium- en ammonium-zout en het zure natrium- en ammonium-zout, voorts oxalas ammoniae, sulphis ammoniae, rhodan-ammonium en eindelijk acetas natricus en acetas ammonicus. Hij satureerde bij de gewone temperatuur.

Door sommige dezer zouten werd geen, door andere een meer of minder aanzienlijk praecipitaat voortgebracht. Door sulphas ammonicus werd een zeer aanzienlijk neerslag verkregen en, nadat dit was afgefiltreerd, bleek in de vloeistof *geen spoor eiwit meer te worden aangetroffen.* Saturatie met sulphis ammoniae en ook met bi-sulphas natricus gaf hetzelfde resultaat.

Het aldus gepraecipiteerde eiwit is in water (in de verdunde zoutsolutie dus) oplosbaar. Na verwijdering van het zout door dialyse, slaat slechts een deel van het eiwit, de globuline, neer. Het overige blijft opgelost.

Door Ca Cl_2 wordt insgelijks een aanzienlijk neerslag voortgebracht, dat echter in water onoplosbaar is.

Niet slechts alle echte eiwitstoffen worden, zoowel bij zure als bij alkalische reactie der oplossingen, door sulphas ammoniae uit hare oplossingen verwijderd, maar ook pepton en propepton worden daardoor *volledig* en *onveranderd* neergeslagen.

Van welke physische of chemische eigenschap der zouten het verschijnsel afhankelijk is, moet spreker in het midden laten. De graad hunner oplosbaarheid is zeker geen maatstaf voor de intensiteit der waargenomen werking.

Uit naam van den Heer C. LE NOBEL, Adsistent bij het physiol. laboratorium te Leiden, deelt de Heer HEYNSIUS verder mede:

1°. In de urine van gezonde personen, die gedurende geruimen tijd geene alcoholica hebben gebruikt, komt aceton, hoewel dan in zeer geringe hoeveelheid, voor.

2°. In de urine van een diabeticus, die aceton-vrij was, toonde hij de aanwezigheid van acetazijnzuur aan.

3°. In de uitademingslucht van een anderen diabeticus, wiens urine aceton bevatte, vond hij aceton en aethylalcohol.

4°. Eene kaïrine-oplossing neemt bij oxydatie door chroomzure kali en zoutzuur eene prachtig roode kleur aan. De vloeistof vertoont dan eene absorptie-streep tusschen het groen en blauw en verder het eigenaardige verschijnsel, dat het blauw in het spectrum grootendeels verdwijnt en voor een intensief violet plaats maakt. Hij vond,

dat alle phenolachtige lichamen bij oxydatie dit verschijnsel doen zien en acht het waarschijnlijk, dat het van de vorming van chinon afhankelijk is, dat in waterige oplossing hetzelfde verschijnsel vertoont. Kaïrine zet voorts oxyhaemoglobine oogenblikkelijk in methaemoglobine om en na het gebruik van kaïrine vindt men de gepaarde zwavelzuren in de urine vermeerderd.

Ten slotte deelt dezelfde spreker mede, dat Dr. BOUMA in het Leidsche laboratorium een onderzoek heeft verricht over de endochondrale beenvorming en daarbij uitmuntende resultaten heeft verkregen van de kleuring met eene safranine-oplossing van $^1/_{2000}$. Bindweefsel en been worden daardoor rood, kraakbeen-tusschenstof geel gekleurd. Hierdoor was hij in staat nieuwe gronden aan te voeren voor MÜLLER's leer, dat de beenvorming niet metaplastisch, maar alleen neoplastisch tot stand komt.

— Op de vraag van den Heer FRANCHIMONT, of Spreker ook eenige nadere inlichting kon verschaffen over de soort van kaïrine, door den Heer LE NOBEL gebruikt, volgde een ontkennend antwoord. De opmerking van den Heer STOKVIS, dat men onder het gebruikte kaïrine stellig te verstaan had die soort, van welke heeren medici gewoon zijn zich te bedienen, bevredigde den Heer FRANCHIMONT niet.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt het volgende mede:

Van verscheidene scheikundige verbindingen, die bij verhitting eene begrensde ontleding ondergaan — dissociatie — en zich daarbij splitsen in twee gassen, of in eene vaste stof en een gas, is de gang der dissociatie onderzocht geworden. In den laatsten tijd heeft de vorming en ontleding der zoogenaamde gashydraten de aandacht getrokken, en zijn eenige onderzoekingen bekend gemaakt over de kristallijne hydraten van Cl_2, CO_2, H_2S en PH_3 (ISAMBERT, WROBLEWSKY, CAILLETET, DE FORCRAND). Alleen van het chloorhydraat heeft ISAMBERT aangetoond, dat zijne dissociatie de wet van DEBRAY volgt. Van geen dezer hydraten is de onderlinge afhankelijkheid tusschen vloeistof, kristallijn hydraat en gas bij verschillende temperaturen onderzocht.

De Heer H. W. B. Roozeboom, adsistent aan het anorg. scheik. lab. te Leiden, heeft thans de hydraten van chloor, bromium, zwaveldioxyd en chloorwaterstof onderzocht.

Wat hunne scheikundige samenstelling betreft, vond hij het volgende:

De samenstelling van het chloorhydraat werd in 1823 door Faraday gevonden: $Cl_2 . 10 H_2O$. Uit een groot aantal analysen, zoowel van de fijne kristallen, die zich door afkoeling van het chloorwater vormen, als van groote goed gevormde kristallen, leidde de Heer Roozeboom de formule $Cl_2 . 8 H_2O$ af *).

Voor de samenstelling van bromiumhydraat, werd uit een groot aantal met de meeste zorg verrichte analysen afgeleid: $Br_2 . 10 H_2O$ †).

De samenstelling van zwaveldioxydhydraat is niet $SO_2 . 15 H_2O$ (Schönfeld), noch $SO_2 . 9 H_2O$ (Pierre). Zijn de kristallen van alle moederloog bevrijd, dan bezitten zij de samenstelling $SO_2 . 7 H_2O$.

Van het chloorwaterstofhydraat is de door Pierre en Puchot aangegeven zamenstelling — $HCl . 2 H_2O$ bevestigd.

De uitkomsten van het onderzoek omtrent den gang der dissociatie, en het evenwicht tusschen kristallen, vloeistof en gas bij verschillende temperaturen, laat zich aldus samenvatten:

1°. Al deze hydraten gehoorzamen aan de wet van Debray; dus is hunne dissociatiespanning onafhankelijk van de hoeveelheid gedissocieerd hydraat, bij standvastige temperatuur.

2°. De vloeistof, die nevens de kristallen bestaat en alleen bestaan kan, bezit dezelfde dampspanning als het

---

*) Op geenerlei wijze gelukte het de fijne kristalbrij genoegzaam van ingeslotene oplossing te bevrijden. Geen hooger cijfer dan 27 pCt. chloor werd verkregen. De Heer Roozeboom vond eene geschikte methode om in korten tijd uit deze kristalbrij groote, harde, van de vloeistof goed afgescheiden kristallen te bereiden. Deze leverden, naarmate het beter gelukte hen van alle vocht te bevrijden, 28.1 tot 31.9 pCt. chloor. De laatste uitkomst verschilt slechts 1 pCt. van de samenstelling $Cl_2 . 8 H_2O$ (32.96 pCt. chloor).

†) Berekend 47.0 pCt., gevonden 45.0—46.8 pCt. bromium. Van dit hydraat was slechts één analyse bekend, door Löwig in 1829 gedaan. Löwig verkreeg niet meer dan 45.5 pCt.

hydraat bij dezelfde temperatuur. Hare samenstelling beantwoordt dus aan die spanning. Rijst de temperatuur, dan neemt de oplossing, die bij de kristallen is, in sterkte toe.

3°. Deze hydraten kunnen zich in elke oplossing vormen, die eene grootere dampspanning bezit dan het vaste hydraat bij dezelfde temperatuur.

4°. Daaruit volgt, dat in een open vat de kristallen slechts beneden die temperatuur kunnen ontstaan, bij welke de dampspanning der oplossing gelijk 76 cM. wordt. Die temperatuur is:

Voor het hydraat van				SO_2	7°.1
»	»	»	»	Cl_2	9°.6
»	»	»	»	Br_2	6°.2
»	»	»	»	HCl —	18°.3

Deze temperatuur mag voor elk hydraat genoemd worden: *het punt van ontleding in een open vat.* Het is te vergelijken met het kookpunt der vloeistoffen. Voor het hydraat van Cl_2 valt dit punt zamen met de temperatuur, bij welke het schijnbare maximum van oplosbaarheid van Cl_2 in water ligt.

Vaste smeltpunten, zooals die door vroegere waarnemers voor de genoemde hydraten zijn opgegeven, bestaan niet.

5°. De samenstelling der vloeistoffen, die nevens de kristallen bestaan, verwijdert zich bij sommigen zeer verre van de samenstelling der kristallen, bij anderen veel minder. Men kan de gashydraten in dat opzicht in twee kategorieën verdeelen: *a.* diegenen, nevens welke de vloeistof nog niet de samenstelling van het hydraat bereikt heeft bij die temperatuur, welke aan de vloeibaarwording van het gas onder de eigen spanning der kristallen beantwoordt; *b.* diegenen, bij welke het omgekeerde het geval is.

De hydraten van SO_2, Cl_2 en Br_2, evenals die van CO_2, H_2S en PH_3, behooren tot de eerste, dat van HCl tot de tweede kategorie.

6°. In een gesloten vat kunnen de hydraten der eerste kategorie bij hoogere temperaturen (dus onder hoogeren druk) dan in een open vat blijven bestaan. Is echter de temperatuur bereikt, bij welke de kristallen dezelfde damp-

spanning verkrijgen als het vloeibare SO_2, Bz_2, enz, dan kunnen zij geene temperatuursverhooging verdragen. Bij deze temperatuur mag dus aangenomen worden: *het punt van ontleding in een gesloten vat.*

Ontledingstemperaturen in een gesloten vat = temperaturen der vloeibaarwording.	pCt. gas in het hydraat.	pCt. gas in de vloeistof.
Hydraat van SO_2 . . . 12°.1	33.68	23.66
" " Cl_2 . . . 28°.7	32.96	3.55
" " Br_2 . . . 6°.2	47.00	3.55

7°. Wordt een uitwendige sterkere druk op het mengsel van vloeibaar gas en kristallen uitgeoefend, dan kunnen deze bij nog hoogere temperaturen bestaan. Dit is bewezen voor het zwaveldioxydhydraat. De kristallen zijn onder een druk van 225 athmospheeren nog behouden tot de temperatuur van 17°.1 *). De volstrekte (absolute) kritische ontledingstemperatuur, bij welke onder geenen druk de kristallen kunnen blijven bestaan, is niet bereikt. Zij wordt waarschijnlijk bereikt bij dien druk, welke de dichtheid van het vaste hydraat en van de vloeistof gelijk doet worden. De kromme lijn, die de dissociatiespanningen bij verschillende temperaturen voorstelt, vertoont eene discontinuiteit van richting bij de bovenvermelde temperatuur van 12°.1.

8°. Bij het chloorwaterstofhydraat (behoorende tot de tweede kategorie) bereikt de vergezellende vloeistof reeds de samenstelling der kristallen bij — 17°.7; deze temperatuur beantwoordt aan den druk van het hydraat van 108 cM., terwijl de druk van het vloeibare chloorwaterstof

*) De volgende ontledingstemperaturen werden waargenomen:

12°.9 bij 20 Athm.
13°.6 " 40 "
14°.2 " 60 "
14°.8 " 80 "
15°.3 " 100 "
15°.8 " 125 "
16°.2 " 150 "
16°.5 " 175 "
16°.8 " 200 "
17 .1 " 225 "

bij dezelfde temperatuur 15 athm. bedraagt. Het punt van ontleding in een gesloten vat (= onder den eigen druk van het mengsel) ligt dus reeds bij — 17°.7, en niet bij de temperatuur van vloeibaarwording onder den eigen druk. Boven — 17°.7, kan het hydraat nog bestaan bij sterkeren (uitwendigen) druk. Het is gelukt, de kristallen nog tot — 12°.5 te behouden, onder eenen tot 200 atmospheeren toenemenden uitwendigen druk. Het volstrekte (absolute) kritische punt van ontleding is nog niet bereikt. Bij de hoogste ontledingstemperatuur die verkregen werd, was de dichtheid van het hydraat van HCl — evenals dat van SO_2 — nog grooter dan die van de vloeistof.

— De Heer Buys Ballot deelt mede, dat uit de tabellen van den Inspecteur van 's Rijks Waterstaat Caland blijkt, dat de vloed gemiddeld 30 minuten later komt dan de meeste Nederlandsche almanakken aangeven; dat de praktische mannen dit wel zullen opgemerkt hebben, maar dat het toch behoort gezegd te worden. Voorts, dat de Heer J. Bouwmeester, beambte aan het K. N. Met. Instituut, het vermoeden geuit heeft, dat de getijden een halven dag later dan aangenomen wordt, na elke positie der maan, hier aankomen. Spreker vestigt voor de getijden van Vlissingen de aandacht op een tabel, over 1882 door hem opgemaakt, welke aan dit vermoeden voorloopig eenige waarschijnlijkheid geeft.

— Voor de boekerij der Akademie worden aangeboden: door den Heer Stokvis: *Compte-Rendu du Congrès international de médecins des Colonies*, tenu à Amsterdam dans le mois de Septembre 1883, publié par Mr. van Leent; door den Heer Heynsius: *Onderzoekingen, gedaan in het physiologisch laboratorium der Hoogeschool te Leiden*, Deel VI; door den Heer C. A. J. A. Oudemans: een exemplaar zijner *Revisio Pyrenomycetum in Regno Batavorum hucusque detectorum*, toegelicht door 14 platen (niet in den handel).

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

RAPPORT

OVER EENE

VERHANDELING VAN DEN HEER **C. VAN WISSELINGH,**

GETITELD:

DE KERNSCHEEDE BIJ DE WORTELS DER PHANEROGAMEN.

(Uitgebracht in de Vergadering van 31 Mei 1884.)

De ondergeteekenden hebben de eer, aangaande de in hunne handen gestelde verhandeling van den Heer C. VAN WISSELINGH, getiteld: »De Kernscheede bij de wortels der Phanerogamen" het volgende aan de Afdeeling te berichten.

Het onderwerp der genoemde verhandeling is de merkwaardige koker van zonder tusschenruimten aaneensluitende cellen, welke gewoonlijk de afzonderlijke vaatbundels of het geheel van vaatbundels bij stengels en wortels van hoogere Cryptogamen, Mono- en Dicotylen omgeeft en vooral bij wortels zeer in het oog vallend is. Deze koker, onder de namen *Schutzscheide*, *Strangscheide*, *Endodermis*, enz. bekend, is herhaaldelijk het voorwerp geweest van anatomisch onderzoek en nog onlangs door SCHWENDENER uit een mechanisch oogpunt nader beschouwd. Maar niettemin is daarvan, vooral wat betreft den bouw en de ontwikkeling der cellen, nog niet alles volledig toegelicht. Zoo wordt b. v. de merkwaardige, zoogenaamde CASPARY'sche vlek, op de radiale wanden der cellen op de dwarssnede voorkomende, door verschillende onderzoekers op verschillende wijzen geduid.

De schrijver der aan ons oordeel onderworpen verhandeling tracht nu door een zelfstandig anatomisch en microchemisch onderzoek onze kennis op dit gebied uit te breiden.

Na een kort, zaakrijk overzicht van de resultaten zijner voorgangers, beschrijft de Heer VAN WISSELINGH den anatomischen bouw van de kernscheede bij een aantal phanerogame, meest monocotyle wortels, met aanwijzing van de verschillen, die onderscheiden planten in dit opzicht vertoonen. Hij staat daarbij voornamelijk stil bij den vorm der cellen; bij den chemischen en physischen aard van haren celwand, die zoowel in aantal en dikte als in uitgebreidheid der lagen eene groote verscheidenheid vertoont; bij het verschijnsel van de CASPARY'sche vlek, waarvan hij de oorzaak niet met den ontdekker zoekt in golvingen, maar veel meer in wijziging van den aard van den radialen celwand. Merkwaardig is ook de verschillende bouw der cellen van de kernscheede, al naar dat zij tegenover de bastbundels of tegenover de primaire houtvaten staan.

Uitvoerig wordt daarna de oorsprong dier golvingen of plooien nagegaan, en de Schrijver betoogt dat deze niet, zooals SCHWENDENER beweert, eerst bij het maken van praeparaten ten gevolge van opheffing van den turgor ontstaan, maar dat zij reeds in de levende plant worden aangetroffen, vermoedelijk als gevolg van de volumenvermeerdering bij cuticularisatie van den celwand, op soortgelijke wijze als waarop, volgens de meening van STRASBURGER, de golvingen of plooiingen op vele opperhuidcellen gevormd worden. Eene voorstelling, die, naar wij gelooven, ook in harmonie is met de uitkomsten van HUGO DE VRIES, volgens welke in de levende plant, juist ten gevolge van den turgor, contractie der wortels plaats heeft, waarbij dan de minder elastische, gecuticulariseerde wanden in plooien worden gelegd.

Op de algemeene beschouwing van de kernscheede volgt in de verhandeling de geschiedenis van hare ontwikkeling bij drie verschillende planten: *Iris Guldenstaedtiana*, *Funckia ovata* en *Luzula sylvatica*. Daarin worden de deelingen der

cellen, het eerste ontstaan van de verdikkingen op den primairen wand en van de CASPARY'sche vlek, de vorming van den secundairen wand, enz. nauwkeurig nagegaan. De laatste ontstaat volgens den Heer VAN WISSELINGH door appositie, op de wijze als onlangs door STRASBURGER is beschreven. Uit een aantal metingen van de lengte van jonge en volwassen cellen tracht verder de Schrijver aan te toonen, dat het ontbreken der golvingen bij sommige wortels niet, zoo als CASPARY en later VAN TIEGHEM beweerd hebben, moet toegeschreven worden aan een verdwijnen der plooien door lateren lengtegroei na vorming van den secundairen wand.

Ook dit gedeelte der verhandeling geeft, evenals het eerste, de blijken van nauwgezette, grondige studie van het gekozen onderwerp, maar het valt niet te ontkennen, dat de voorafgaande algemeene behandeling, gevolgd door de speciale ontwikkeling van enkele gevallen en besloten met algemeene, vrij uitvoerig in 27 stellingen uiteengezette conclusiën, hier en daar wel tot eenige omslachtigheid en herhalingen aanleiding geeft. Misschien kon de schrijver hieraan te gemoet komen door enkele wijzigingen in de redactie aan te brengen, zoodat b. v. òf de ontwikkelingsgeschiedenis van *Iris Guldenstaedtiana* òf de conclusiën wat bekort werden.

De verhandeling gaat vergezeld van een zestal platen met keurig geteekende figuren, die beter dan tot nog toe geschied was, den bouw der bedoelde cellen voorstellen. Wij hebben daarvoor allen lof; alleenlijk zouden wij den Schrijver in overweging willen geven, om, waar hij in dezelfde figuur de door hem opgemerkte verplaatsing van het beeld van den radialen wand bij verschillende instelling onder den mikroskoop wil aanduiden, de twee verschillende standen duidelijk te doen onderscheiden, door b. v. de eene met gestippelde lijnen aan te geven.

Ons eindoordeel is, dat de verhandeling van den Heer VAN WISSELINGH, al leidt zij niet tot nieuwe algemeene gezichtspunten, toch een nauwkeurig en grondig detail-onderzoek met critische bewerking van het vroeger bekende

PLANCHON *) merkte het eigenaardige verschijnsel op, hetgeen de radiale lengtewanden op de dwarse doorsnede vertoonen en hetgeen bekend is onder den naam van CASPARY'sche, donkere of zwarte vlek of punt; hij hield evenals BISCHOFF de elementen der kernscheede voor vaten. CASPARY †), een dergenen, die veel aan het licht hebben gebracht betreffende onze kennis der kernscheede, merkte ook de zoogenaamde donkere vlek op. In het eerst beschouwde hij haar als »das Profil einer Reihe tüpfelartiger Räume zwischen je zwei Zellwänden". Later verklaart hij haar door de golving, welke aan de radiale lengtewanden op tangentiale doorsneden valt waar te nemen en die het eerst door NICOLAI §) is ontdekt geworden. Volgens CASPARY **) vertoonen genoemde wanden op dwarse doorsneden bijna over de geheele breedte of slechts in het midden de donkere vlek. Eveneens de boven- en benedenwanden op radiale doorsneden. In overeenstemming hiermede strekt zich volgens hem de golving uit òf bijna over de geheele zij- en dwarswanden òf slechts over het middelste gedeelte daarvan. Deze verklaring van het naar CASPARY genoemde verschijnsel is door jongere anatomen algemeen aangenomen geworden. In bijzonderheden ging CASPARY ††) de resistentie tegenover geconcentreerd zwavelzuur na, welke aan de celwanden der kernscheede, inzonderheid aan de gegolfde wanddeelen eigen is. Hij §§) is de eerste geweest, die bewezen heeft, dat de dunwandige kernscheede, zooals ze o. a. voorkomt bij de meeste wortels van *Dicotylen*, hetzelfde orgaan is als die, welke gewoonlijk bij de wortels van *Monocotylen* wordt aangetroffen, alwaar ze gekenmerkt is door hare ongelijkmatig verdikte celwanden. Hij toonde nl. aan, dat

---

*) R. CASPARY, Die Hydrilleen, PRINGSH. *Jahrb.* I, p. 441.

†) l. c. p. 490.

§) CASPARY, Bemerkungen über die Schutzsch. enz. PRINGSH. *Jahrb.* IV, p. 102.

**) l. c. p. 114.

††) l. c. p. 114.

§§) Die Hydrilleen, l. c. p. 443.

deze laatste in jeugdigen toestand in anatomischen bouw met eerstgenoemde overeenkomt. Volgens CASPARY *) verdwijnt bij vele planten de golving tengevolge eener later plaats grijpende lengtestrekking, welke gepaard gaat met het optreden van secundaire verdikkingslagen. VAN TIEGHEM †) heeft later deze zienswijze gedeeld. Zoo zegt hij bijv. bij gelegenheid, dat hij den anatomischen bouw van den wortel van *Allium Porrum* beschrijft: »Plus tard ces plissements disparaissent parce que la paroi s'épaissit."

VON HÖHNEL §) leerde ons den bouw en de chemische geaardheid van den celwand kennen, welke volgens hem evenals bij de kurkcellen uit drie lamellen is opgebouwd: »Celluloseschlauch, Suberinlamelle" en »Mittellamelle." De verkurking der kernscheede toonde hij aan zoowel met kaliloog als met kaliumchloraat en salpeterzuur.

In eene onlangs verschenen verhandeling vermeldt SCHWENDENER **) merkwaardige bijzonderheden betreffende de golving. Volgens hem is deze geen anatomisch kenmerk en in het levende orgaan meest geheel niet aanwezig. Hij geeft aan, dat ze veroorzaakt wordt door eene vermindering van den oorspronkelijken turgor, welke teweeggebracht wordt door het maken der praeparaten. Deze vermindering gaat gepaard met een korter worden der cel, waarbij de gecuticulariseerde (verkurkte) gedeelten des celwands, welke minder rekbaar en ook minder geneigd zijn zich samen te trekken dan wanden, welke uit cellulose bestaan, zich in plooien leggen. Vooral valt dit duidelijk waar te nemen bij cellen, welke bij de praeparatie beleedigd zijn geworden en waarbij dus de turgor opgeheven is. De onderzoekingen van SCHWENDENER hebben hoofdzakelijk betrekking op de mechanische

*) Bemerkungen über die Schutzsch. enz. l. c. p. 114.

†) Recherches sur la symétrie de structure des plantes vascul. *Ann. d. sc. nat.* 5e sér. t. XIII, p. 5, 43 en volg.

§) Uber den kork und verkorkte Gewebe überhaupt, *Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch.* B. 76, 1. Abth. 1877, p. 632.

**) Die Schutzsch. und ihre Verstärkungen, p. 5.

beteekenis van de kernscheede. Hij beschouwt haar van een geheel ander gezichtspunt, als ik in deze verhandeling mij voorneem te doen, om welke reden ik het niet noodig acht de resultaten van zijn onderzoek hier nader te bespreken.

Onder degenen, die onze kennis aangaande de kernscheede vermeerderd hebben, moet vooral ook PFITZER genoemd worden. Deze anatoom onderzocht nauwkeurig de verschillende vormen, waaronder zij bij de *Equiseten* aangetroffen wordt en bracht tevens wetenswaardige bijzonderheden aan het licht den anatomischen bouw der cellen betreffende. Zoo ontdekte hij *) bijv. cellen, welke drie en vier CASPARY-'sche vlekken op de dwarse doorsnede vertoonden. Ook kwam hij †) tot het resultaat, dat het zoogenaamde »bräunliche Band", hetwelk CASPARY §) bij eenige planten tusschen de twee zwarte vlekken eener kernscheedecel het eerst opgemerkt had, uit den samengetrokken celinhoud bestond. Behalve door PFITZER zijn ook door RUSSOW de verschillende vormen der kernscheede onderzocht geworden. Laatstgenoemde **) rekent de kernscheede tot het kritenchym of »Scheidegewebe". Wanneer hare cellen geen secundaire verdikkingslagen bezitten, noemt hij ††) haar »Schutzscheide", terwijl in het tegengestelde geval hij haar den naam van »Steifungsscheide" geeft. Terwijl RUSSOW §§) de kernscheede bij de wortels der *Phanerogamen*, alwaar ze als eene in het rond loopende cellaag het fibrovasaalsysteem omsluit, tot de »Einzel-Schutz-" of »Steifungsscheide" rekent, brengt PFITZER ***) haar tot de »aussere Gesammtschutzscheide". Van »Schutz" en »Steifungsscheide" zijn meermalen overgangsvormen aangetroffen. Dikwijls zijn nl. alleen tegen-

---

*) l. c. p. 349.

†) l. c. p. 309 en 349.

§) Die Hydrilleen, l. c. p. 442.

**) Vergl. Unters. *Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersb.* VIIe sér. T. XIX p. 166.

††) l. c. p. 168.

§§) l. c. p. 169 en 170.

***) l. c. p. 350.

over de bastbundels de cellen der kernscheede van secundaire verdikkingslagen voorzien. Vandaar dat we bij OLIVIER *) lezen: »L'épaississement a surtout pour but de protéger les faisceaux libériens."

Bij de wortels der *Phanerogamen* wordt de kernscheede thans algemeen beschouwd als de binnenste cellaag der schors. CASPARY †) was ook reeds deze meening toegedaan; hij zegt hieromtrent o. a. »Die Schutzscheide gehört der Rinde an und ist keine unentwickelte Cambialschicht (Verdickungsrohr SCHACHT)". Kort hierop kwam NICOLAI §) langs den weg der ontwikkelingsgeschiedenis bij verschillende wortels eveneens tot het resultaat, dat de kernscheede tot de schors moet gerekend worden.

RUSSOW **) geeft aan, dat inzonderheid bij wortels, waarbij de axile streng eene geringe dikte bezit, de kernscheede voor het optreden der protophloeemcellen wordt aangelegd en dat de donkere vlek zichtbaar is geworden, wanneer de tracheïden hare wanden beginnen te verdikken. Volgens KLINGE ††) ontwikkelt zich bij de wortels der *Gramineen* en *Cyperaceen* de CASPARY'sche vlek gewoonlijk na de differentieering der protophloeem- en protoxyleemcellen. Voor laatstgenoemde familie geeft hij §§) aan, dat ze zich dicht bij het naar binnen gekeerde einde van den radialen wand bevindt.

Algemeen is het bekend, dat bij een aantal *Dicotylen*, in wier wortels een cambiumring tot ontwikkeling komt, de kernscheede later verloren gaat, na eerst tengevolge der ontwikkeling der binnen haar gelegene weefsels in tangentiale richting te zijn uitgerekt; tijdens dit proces treden

---

*) Rech. sur l'app. tégument. d. racines, *Ann. d. Sc. Nat.* T. XI, p. 71.

†) Die Hydrilleen, l. c. p. 491.

§) PFITZER, l. c. p. 353.

**) l. c. p. 186.

††) Vergl. Unters. d. Gram.- u. Cyper.-Wurzeln, *Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersb.* 7 sér. T. XXVI, n°. 12, p. 22.

§§) l. c. p. 22.

volgens OLIVIER *) in bepaalde gevallen radiale deelingen in de cellen der kernscheede op; volgens SCHWENDENER †) gaat het gepaard met radiale en tangentiale deelingen. Voor de wortels van *Taxus baccata* en *Beta vulgaris* geeft VAN TIEGHEM §) aan, dat de wanden bij bovengenoemde radiale deelingen ontstaan niet gevouwen zijn.

Hierboven heb ik op de voornaamste onderzoekingen over de kernscheede gewezen en de belangrijkste resultaten daarbij verkregen vermeld, in zooverre mijne eigen onderzoekingen daarmede in verband staan. Thans zal ik overgaan tot de behandeling der door mij verkregen resultaten, welke betrekking hebben op den anatomischen bouw der kernscheede bij de wortels van *Di-* en *Monocotylen* en op hare ontwikkelingsgeschiedenis, welke ik in bijzonderheden bij een drietal *Monocotylen* heb nagegaan.

Door mijn' leermeester Prof. N. W. P. RAUWENHOFF werd ik bij mijne onderzoekingen zoowel met raadgevingen als met planten en literatuur bijgestaan.

ANATOMISCHE BOUW **).

De cellen der kernscheede bezitten soms den parenchymatischen vorm, daar hare lengte slechts enkele malen hare andere afmetingen overtreft, zooals bijv. bij *Ficaria ranunculoides* MOENCH. en *Nardosmia fragrans* RCHB.; in andere gevallen zijn ze wat meer gestrekt, bijv. bij *Hemerocallis Kwanso* SIEB.; in de meeste gevallen hebben ze zich aanzienlijk in de lengte ontwikkeld, zooals o. a. bij *Aristo-*

---

*) l. c. p. 38.

†) l. c. p. 62.

§) l. c. p. 190 en 235.

**) Voordat ik tot de beschrijving van den anatomischen bouw en der ontwikkelingsgeschiedenis overga, wijs ik erop, dat ik de uitdrukkingen primairen wand, „Mittellamelle", secundairen wand, cambialen wand, primaire verdikkingslaag, laag, lamel en grenshuidje in dezelfde beteekenis bezig, als STRASBURGER eraan toekent (l. c. p. 6, 11 en volg., 21, 53 en meer plaatsen).

lochia Clematitis L., *Tradescantia subaspera* KER., *Tradescantia virginica* L., *Convallaria majalis* L., *Funkia ovata* SPR., *Luzula sylvatica* BICHEN., *Radix Sarsaparillae de Veracruz* en *de Honduras;* in bijzondere mate is dit het geval bij *Menyanthes trifoliata* L. en *Iris Guldenstaedtiana* BERST. Bij bovengenoemde opgave dient opgemerkt te worden, dat bij sommige planten de cellen in hetzelfde orgaan onderling soms aanzienlijk in lengte kunnen verschillen. Op de dwarse doorsnede gezien zijn de cellen nu eens in radiale en tangentiale richting gelijk van afmeting, zooals bijv. bij *Menyanthes trifoliata* en *Radix Sarsaparillae de Honduras*, dan weder in eene van beide richtingen eenigszins gestrekt, bijv. in tangentiale richting bij *Ficaria ranunculoides*, *Tradescantia subaspera*, *Tradescantia virginica*, *Hemerocallis Kwanso* en *Funkia ovata* en in radiale bij *Radix Sarsaparillae de Veracruz* en *Iris Guldenstaedtiana*. De meeste cellen eindigen met horizontale dwarswanden, sommige met min of meer schuins staande, terwijl we bij enkele ook toegespitste uiteinden aantreffen.

Wanneer we letten op den chemischen en physischen aard en op de verdikking van den celwand, dan levert de kernscheede veel merkwaardigs op en zien we, dat ze, wat 't laatst betreft, tevens aan groote verscheidenheid onderhevig is. Ik wil hierom beginnen met de beschrijving van den meest eenvoudigen vorm, waaronder hare cellen kunnen optreden, zooals ik dien aantrof bij *Nardosmia fragrans* en die, zoover mijne onderzoekingen reiken, in jeugdigen toestand bij alle wortels van *Phanerogamen* schijnt voor te komen. In dit geval is slechts eene doorgaans smalle strook der zij- en dwarswanden verkurkt. Deze loopt in overlangsche richting over de zijwanden en in tangentiale over de dwarswanden. In de zij- en dwarswanden bevinden de beide verkurkte strooken, toebehoorende aan twee naast of boven elkaar liggende cellen, zich tegenover elkaar. Wegens de geringe dikte dezer wanden, waaraan zonder gebruik van reagentia geen laagsgewijze bouw waarneembaar is, zijn ze niet van elkaar te onderkennen (zie fig. 4 en 14 c. vl.); evenwel zijn ze door de »Mittellamelle" gescheiden. Soms

zijn ze zeer dicht bij den binnenwand gelegen, als bijv. bij *Nardosmia fragrans* en in jongen toestand bij *Luzula sylvatica* en *Iris Guldenstaedtiana* (fig. 4 c. vl.); in andere gevallen vertoonen ze zich meer op 't midden van den zijwand, doch zoover mijne onderzoekingen reiken, bevinden ze zich altijd op geringeren afstand van den binnenwand dan van den buitenwand; zoo is het o. a. in jongen staat bij *Aristolochia Clematitis*, *Menyanthes trifoliata* en *Funkia ovata* (fig. 14 c. vl.). Op tangentiale doorsneden vertoonen de zijwanden bijna altijd eene duidelijke golving en zoo niet dan toch allicht eenige slingering. De dwarswanden zijn daarentegen in den regel niet gegolfd met uitzondering van de schuins staande, welke gewoonlijk eenige zwakkere golven bezitten; dit is o. a. ook het geval bij *Nardosmia fragrans*. Op radiale doorsneden verraadt de golving zich door talrijke min of meer duidelijk geteekende lichte dwarse streepjes op de zijwanden ter plaatse, waar zich de verkurkte strooken bevinden. Op de dwarse doorsnede vertoonen de zijwanden de zoogenaamde CASPARY'sche vlek (fig. 4 en 14 c. vl.), evenzoo de dwarswanden op radiale doorsneden. Als oorzaak van dit verschijnsel wordt, zooals ik hierboven reeds heb gezegd, de golving beschouwd. Ik geloof echter te moeten aannemen, dat het niet minder afhankelijk is van de wijziging des celwands. Verkurkte wanden vertoonen onder den mikroscoop eene geelachtige tint en zijn veel scherper, als het ware door zwarte lijnen begrensd. Als nu de zijwanden der kernscheede niet gegolfd waren, zouden dus de verkurkte gedeelten zich op de dwarse doorsnede moeten vertoonen als geelachtige streepjes, door donkere lijnen begrensd, welke zich duidelijk van de overige wanddeelen onderscheiden. Zoodanig doet zich dan ook de CASPARY'sche vlek voor bij de dwarswanden op radiale doorsneden gezien. Bij de zijwanden echter maakt de golving het verschijnsel, hetwelk eene dwarse doorsnede ons te zien geeft, mits deze niet eene al te geringe dikte bezit, meer samengesteld en meer opvallend. We zien nl., dat de CASPARY'sche vlek bij verschillend instellen zich in tangentiale richting verplaatst (fig. 14 c. vl.) en bij nauwkeurige be-

schouwing bemerken we, dat dit het geval is met den geheelen zijwand of althans met een grooter gedeelte dan hetwelk de verkurkte strooken draagt; waar de CASPARY'sche vlek zich bevindt, is de verplaatsing het sterkst, terwijl de kanten zich niet verplaatsen. Dit vindt zijne verklaring daarin, dat de golven ter plaatse der CASPARY'sche vlek het sterkst zijn en zwakker worden, naarmate men zich meer van haar verwijdert, terwijl de kanten, die aan buiten- en binnenwand bevestigd zijn, niet gegolfd zijn. Deze niet gegolfde kanten zijn niet zelden ook op tangentiale doorsneden bij juiste instelling van het gegolfde gedeelte te onderkennen. Uit bovenstaande feiten volgt, dat het verschijnsel, bekend onder den naam van CASPARY'sche vlek, niet minder afhankelijk is van de verkurking als van de golving. Werd het alleen door de golving veroorzaakt, dan zou het op radiale doorsneden aan de niet gegolfde dwarswanden niet waarneembaar kunnen zijn, terwijl het op dwarse doorsneden zich verder over de zijwanden zou moeten uitstrekken.

In veel gevallen treffen we in de kernscheede cellen aan, die eene verkurkte membraan bezitten, welke het lumen volkomen omsluit (*Aristolochia Clematitis*, *Tradescantia subaspera*). Van eene dergelijke membraan zijn ook altijd die cellen voorzien, waarin zich een secundaire wand ontwikkeld heeft (*Tradescantia virginica*, *Menyanthes trifoliata*, *Funkia ovata* fig. 15 c. m., *Convallaria majalis*, *Hemerocallis Kwanso*, *Iris Guldenstaedtiana* fig. 8 c. m., *Luzula sylvatica* fig. 21 c. m., *Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*). Onder den mikroscoop is deze membraan gewoonlijk reeds aan zijne geelachtige tint en zijne duidelijke omtrekken te herkennen. Om in hare anatomische bijzonderheden door te dringen maakte ik gebruik van iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur; door behandeling met deze reagentia wordt ze zeer duidelijk bruin gekleurd, terwijl de cellulosewanden opzwellen en eene blauwe kleur aannemen. Aan eene dwarse doorsnede kunnen we dan bij buiten- en binnenwand waarnemen, dat ze door het binnenste gedeelte van den primairen wand gevormd is. Dikwijls

vertoont ze aldaar na de behandeling plooien of kronkelingen, terwijl de »Mittellamelle" tevens zichtbaar is geworden. (*Funkia ovata*, *Tradescantia subaspera* en *virginica*, *Aristolochia Clematitis*, *Menyanthes trifoliata;* zie fig. 4 en 18); soms valt er tusschen haar en de »Mittellamelle" blauw gekleurde cellulose waar te nemen (vooral duidelijk bij *Funkia ovata*). In andere gevallen legt ze zich niet in plooien, maar blijft ze innig met de »Mittellamelle" verbonden (*Iris Guldenstaedtiana* fig. 9, *Luzula sylvatica* fig. 22, *Convallaria majalis*, *Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*).

Met behulp van iodium en zwavelzuur kunnen we niet den laagsgewijzen bouw der primaire zij- en dwarswanden aantoonen. Dit gelukt ons wel, wanneer we gebruik maken van kaliumchloraat en salpeterzuur. Verwarmen we hiermede eene dwarse doorsnede der kernscheede, dan neemt de verkurkte membraan dadelijk eene gele kleur aan, welke bij sterkere verwarming toeneemt en zelfs bruinachtig wordt. Ze raakt bij buiten- en binnenwand en vervolgens bij de zijwanden vrij, terwijl ze zich tevens in plooien legt. Bij laatstgenoemde wanden wordt nu ook gewoonlijk de »Mittellamelle" zichtbaar (*Iris* en *Funkia* fig. 23 m); ze doet zich dan altijd voor als een gewone cellulosewand, daar ze, ingeval ze verhout is, door het reagens van hare lignine beroofd wordt; zeer gemakkelijk waarneembaar wordt ze, wanneer we thans de verkurkte membranen met kaliloog verwijderen. Soms lost ze in het mengsel van kaliumchloraat en salpeterzuur volkomen op en kunnen we bijgevolg haar niet waarnemen (*Luzula sylvatica*). Zet men de verwarming met salpeterzuur en kaliumchloraat eenigen tijd voort, dan zwellen de verkurkte wanddeelen plotseling op en smelten tot gele ballen of klompen van cerinezuur te samen (zie fig. 24 c. b.). Deze reactie door VON HÖHNEL *) voor verkurkte celwanden in het algemeen aangegeven en door hem cerinezuur-reactie genoemd, vond ik ook steeds voor de verkurkte deelen der kernscheede zeer kenmerkend. Minder

*) l. c. p. 522.

gunstige resultaten leverde mij in enkele gevallen zijne kalireactie op. Bij den wortel van *Iris* werd de verkurkte membraan, wanneer we eene dwarse doorsnede met kaliloog verwarmden, wel geel en zelfs bruin gekleurd; ook werden sommige verkurkte membranen met den ingesloten secundairen wand uit de kernscheede geisoleerd, doch den zoogenaamden korreligen toestand nam ik niet waar; de verkurkte membraan bleef even scherp begrensd als te voren. Verwarmde ik nu de doorsnede met kaliumchloraat en salpeterzuur, zoo smolt ze tot talrijke balletjes en korrels te samen, welke ten deele aan de »Mittellamelle" en aan de vrij geraakte secundaire wanden gehecht bleven.

In veel gevallen, waaronder ook zulke, waarbij een secundaire wand tot ontwikkeling is gekomen, vertoonen de verkurkte primaire zij- en dwarswanden na behandeling met iodum en geconcentreerd zwavelzuur twee zich dicht bij elkaar bevindende streepjes, welke in hun beloop eenige onregelmatigheid vertoonen en veelal min of meer gelijken op twee rijen onmiddellijk op elkaar volgende punten (*Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Funkia ovata*, *Convallaria majalis*, *Tradescantia virginica*, *Menyanthes trifoliata*, *Iris Guldenstaedtiana* fig. 12 s). Deze beide streepjes zijn op de zijwanden niet alleen aan radiale doorsneden waarneembaar, maar ook aan dwarse doorsneden, wanneer nl. de zijwanden tengevolge van bovengenoemde behandeling eenigszins uit hunnen horizontalen stand geraken. Op de dwarswanden zijn ze aan dwarse doorsneden waarneembaar. De beide streepjes zijn nu eens dicht bij den primairen binnenwand gelegen (*Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Iris Guldenstaedtiana*), dan weder meer op het midden van den primairen zijwand; doch altijd bevinden ze zich op geringeren afstand van den binnenwand dan van den buitenwand (*Funkia ovata*, *Convallaria majalis*, *Menyanthes trifoliata*, *Tradescantia virginica*). Niet zelden zijn reeds zonder toevoeging van reagentia op de primaire zijwanden aan dwarse doorsneden en op de primaire dwarswanden aan radiale doorsneden ter plaatse van beide bovengenoemde streepjes een paar puntjes te onderkennen, die

soms wel eenigszins op geringe aanzwellingen van den primairen wand gelijken (*Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Funkia ovata* fig. 15 pu, *Convallaria majalis*, *Tradescantia virginica*). Soms zijn na behandeling met iodium en zwavelzuur de streepjes duidelijk zichtbaar, alhoewel te voren de bovengenoemde puntjes niet te onderkennen waren (*Iris Guldenstaedtiana* fig. 12 s). Ook komt het wel voor, dat ze geen van beide zijn waar te nemen (o. a. bij *Luzula sylvatica*). Wat de hier beschreven streepjes en puntjes zijn, zal de ontwikkelingsgeschiedenis ons leeren.

Zoo de primaire verdikkingslaag bij buiten- en binnenwand van stippels voorzien is, hetgeen dikwijls voorkomt (*Funkia ovata* fig. 15 en 16 po, *Hemerocallis Kwanso*, *Tradescantia virginica*, *Menyanthes trifoliata*), dan buigt de verkurkte membraan zich buitenwaarts en zet zich over de dunnere plaatsen van den wand voort.

Wat de »Mittellamelle" aangaat, zoover mijne onderzoekingen reiken, is deze nimmer verkurkt; wel komt het dikwijls voor, dat ze verhout is.

Ingeval de cellen der kernscheede eene verkurkte membraan bezitten, zooals deze hierboven beschreven is, valt, wat de golving betreft, het volgende op te merken. De primaire zijwanden zijn meest duidelijk gegolfd; onder de gevallen, waarin een secundaire wand tot ontwikkeling is gekomen, komen er evenwel verscheidene voor, waarbij de primaire zijwanden niet gegolfd zijn of slechts eene zwakke slingering vertoonen (*Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Luzula sylvatica*, *Convallaria majalis*). Ook gebeurt het wel, dat de primaire zijwanden bij sommige wortels duidelijk gegolfd zijn, terwijl ze bij andere van de zelfde plant niet gegolfd zijn of slechts eene geringe slingering vertoonen (*Iris Guldenstaedtiana*, *Funkia ovata*). De secundaire zijwanden vertoonen hoogstens eene geringe slingering, zelfs ingeval de primaire zijwanden eene duidelijke golving bezitten (fig. 10 s. w.). De primaire dwarswanden zijn van enkele golven voorzien, wanneer ze een' schuinen stand aangenomen hebben. Zijn bij *Nardosmia fragrans* en in andere gevallen de golven ter plaatse der

CASPARY'sche vlek sterker, thans zijn ze over den geheelen primairen zijwand even sterk, hetgeen we kunnen opmaken uit de wijze, waarop bij verschillend instellen de zijwand, op eene dwarse doorsnede gezien, zich in tangentiale richting verplaatst (fig. 15); de kanten alleen zijn niet gegolfd; we kunnen deze op tangentiale doorsneden van het gegolfde deel van den zijwand veelal onderscheiden. Het eigenaardige verschijnsel, wat bij *Nardosmia fragrans* slechts een klein gedeelte van den zijwand, op eene dwarse doorsnede gezien, vertoont, is thans langs den geheelen zijwand waarneembaar, wanneer zich nl. tegen denzelve geen secundaire verdikkingslagen hebben gelegd. Is dit wel het geval (*Funkia ovata*, *Hemerocallis Kwanso*, *Menyanthes trifoliata*, *Tradescantia virginica*, *Iris Guldenstaedtiana*) dan zijn de zwarte lijnen langs den primairen zijwand aanmerkelijk zwakker of ontbreken geheel. De verplaatsing bij verschillende instelling is echter te midden van den secundairen wand nog duidelijk waarneembaar (fig. 15). Op radiale doorsneden verraadt de golving zich door talrijke min of meer duidelijk geteekende lichte dwarse streepjes, welke zich nagenoeg over den geheelen zijwand uitstrekken. In enkele gevallen vertoonen sommige dezer streepjes eene geelachtige tint en zijn scherp, als het ware door donkere lijnen begrensd. Ook ingeval zich een secundaire wand ontwikkeld heeft, verraadt zich de golving op radiale doorsneden, doch het beeld, wat deze nu te aanschouwen geven, verschilt min of meer van het hierboven beschrevene. We nemen thans op den zijwand gewoonlijk afwisselend lichte en donkere minder scherp geteekende dwarse streepen waar, welke zich nagenoeg over zijne geheele breedte uitstrekken (zie fig. 11).

Soms komt het bij de zij- en dwarswanden voor, dat slechts eene smalle strook verkurkt is, maar dat hunne »Mittellamelle" sterk verhout is (sommige zij- en dwarswanden bij *Funkia ovata*). Het beeld, dat dergelijke wanden bij al of niet aanwezige golving op dwarse doorsneden ons te aanschouwen geven, verschilt niet aanmerkelijk van dat, hetwelk we bij de zoodanige hebben waargenomen, waarbij de verkurking zich over de geheele breedte van den

wand uitstrekte. Eene verhouting der »Mittellamelle" kan dus ook op de wijze, waarop het bekende verschijnsel zich aan ons voordoet, van invloed zijn.

Door verschillende anatomen is erop gewezen, hoe de golving bij behandeling van overlangsche doorsneden met zwavelzuur of kaliloog sterker wordt of te voorschijn treedt, waar ze tevoren gemist werd. Bij *Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz* nam ik bij behandeling der kernscheede met geconcentreerd of eenigszins verdund zwavelzuur daarenboven nog een eigenaardig verschijnsel waar. Aan radiale doorsneden zag ik nl. in de primaire zijwanden dwarse spleten ontstaan, welke zich niet zelden bijna over den geheelen primairen zijwand uitstrekten en soms zeer wijd werden; dikwijls waren ze tamelijk gelijkmatig over den wand verspreid. Ook aan tangentiale doorsneden waren ze waarneembaar.

Dikwijls bevinden zich in de kernscheede nevens cellen, die eene duidelijk verkurkte membraan bezitten, zooals hierboven beschreven is, ook zulke, waarbij dit niet het geval is (*Aristolochia Clematitis*, *Tradescantia subaspera*). In sommige gevallen zijn alle cellen der kernscheede van een' secundairen wand voorzien (*Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Luzula sylvatica*, *Hemerocallis Kwanso*, *Iris Guldenstaedtiana*); in andere is deze slechts bij een deel tot ontwikkeling gekomen (*Funkia ovata* fig. 15 c. m., *Convallaria majalis*, *Menyanthes trifoliata*, *Tradescantia virginica*). In dit laatste geval bezitten in den regel alleen de secundair verdikte cellen eene verkurkte membraan.

De secundaire wand heeft zich zelden gelijkmatig ontwikkeld (*Menyanthes trifoliata*); gewoonlijk zijn het de binnenwand en de zij- en dwarswanden (*Iris Guldenstaedtiana* fig. 8, 10 en 11 s. w., *Radix Sarsaparillae de Honduras* en *de Veracruz*, *Hemerocallis Kwanso*, *Funkia ovata* fig. 15 s. w., *Convallaria majalis*, *Tradescantia virginica*) of de binnenwand alleen (*Luzula sylvatica* fig. 21 s. w.), die zich uitsluitend of voornamelijk verdikt hebben. De secundaire wand is meest van poriën voorzien, welke dikwijls zeer wijd zijn; komen er in den primairen wand ook poriën voor dan staan beide tegenover elkaar.

Wanneer er in de kernscheede cellen voorkomen, die geen verkurkte membraan bezitten, nevens zulke, die er wel eene bezitten, dan bevinden zich de laatste, onverschillig of deze al of niet van een' secundairen wand voorzien zijn, doorgaans tegenover de bastbundels, terwijl eerstgenoemde eene plaats tegenover de primaire houtvaten hebben ingenomen. Dit verschijnsel is echter niet altijd even sprekend; soms zelfs schijnen beide celvormen in het geheel aan geene plaats gebonden. Bij een tweetal planten, welke ik nader onderzocht, vond ik, dat de cellen, welke eene verkurkte membraan en een' secundairen wand bezaten, doorgaans eene veel aanzienlijker lengte bereikten dan degenen, waarbij dit niet het geval was (*Funkia ovata* en *Convallaria majalis*).

Reeds in het historisch overzicht wees ik erop, dat SCHWENDENER *) de golving beschouwt als veroorzaakt door eene vermindering van den turgor, een gevolg van het maken der doorsneden. Hoofdzakelijk door zijne waarnemingen aan den wortel eener *Iris* en aan den stengel van *Elodea canadensis* is hij tot dit resultaat gekomen. Bij laatstgenoemde plant vond hij op tangentiale doorsneden, dat eene kernscheedecel, welke doorgesneden en uit haar verband met de schorscellen gerukt was, de golving vertoonde, terwijl dit niet het geval was met ongeschonden cellen, die nog met de schors verbonden waren. Eveneens trof ik bij ongeschonden cellen, welke met de schors in verband gebleven waren, geen golving aan, alhoewel er meestal toch reeds eene geringe slingering was te bemerken. Bij doorgesneden cellen waren daarentegen de golven duidelijk waarneembaar, ofschoon ze niet bijzonder sterk waren. De zeer levendige protoplasma-stroompjes, welke ongeschonden cellen vertoonen, bewijzen ons bij bovengenoemde waarnemingen geen geringen dienst. Wat *Elodea canadensis* aangaat stemmen dus mijne resultaten grootendeels met die van SCHWENDENER overeen. Geenszins was dit echter het geval bij den wortel eener *Iris*-soort. SCHWENDENER nam aan tangentiale doorsneden van een' van de schors bevrijden

*) l. c. p. 43 en volg.

wortel geen golving waar; daarentegen wel wanneer de kernscheedecellen nog met de schors in verband gebleven waren. Bij *Iris Guldenstaedtiana* vond ik nu eens den primairen zijwand sterk gegolfd, terwijl ik in andere gevallen geen golving of slechts eene geringe slingering waarnam. Tevergeefs trachtte ik mij te overtuigen, dat dit toegeschreven moest worden aan de wijze van praepareeren. Bij sommige wortels of gedeelten van wortels vond ik den primairen zijwand bij alle cellen der kernscheede altijd duidelijk gegolfd, terwijl de secundaire wand eene geringe slingering vertoonde. Op wat voor wijze, dat de doorsneden ook uitgevallen waren, onverschillig of de kernscheede al of niet met de schors in verband gebleven was, hetzij dat de cellen doorgesneden, hetzij dat ze nog ongeschonden waren, steeds vertoonde zich de golving op de wijze zooals bovenbeschreven. Ook op radiale doorsneden was zij steeds aan afwisselend donkere en lichte dwarse streepen op den zijwand te herkennen. Evenals SCHWENDENER beproefde ik door behandeling eener tangentiale doorsnede met een wateronttrekkend middel de golving te doen verdwijnen, doch tevergeefs. Bij andere wortels daarentegen nam ik nimmer eene golving waar, op wat voor eene wijze dat de doorsneden ook gemaakt waren. Ook op radiale doorsneden ontbraken in dit geval de donkere en lichte dwarse streepen. Ik kan dus voor *Iris Guldenstaedtiana* niet aannemen, dat de praeparatie merkbaren invloed op de golving uitoefent. Dat de kernscheede nu eens eene duidelijke golving vertoont en dan weder niet, schrijf ik toe aan anatomische verschillen eigen aan verschillende organen eener zelfde plant. Tot het zelfde resultaat kwam ik bij *Funkia ovata.*

Moet ik SCHWENDENER toegeven, dat de praeparatie in zekere gevallen van invloed is op de golving, zoo kan ik toch niet als regel aannemen, dat de golving steeds door het praepareeren teweeggebracht wordt. Ik geloof veeleer, dat daar waar we onder den mikroscoop eene duidelijke golving waarnemen, zij ook in het levende orgaan voorhanden is. In dit gevoelen word ik versterkt door de

onderzoekingen van Ed. Strasburger *) over volumentoeneming bij cuticularisatie (verkurking).

Zoowel door de studie der optische eigenschappen van gecuticulariseerde lagen als langs den weg der ontwikkelingsgeschiedenis, kwam Strasburger tot het resultaat, dat cuticularisatie met volumenvermeerdering gepaard gaat. Volgens zijne opvatting is dit de oorzaak der menigvuldige, dikwijls zeer karakteristieke, teekeningen, die de cuticula bij vele planten vertoont. Deze teekeningen worden nl. teweeggebracht door vouwen, welke in de gecuticulariseerde lagen bij hare volumentoeneming ontstaan zijn. In verscheidene gevallen is deze volumentoeneming zoo sterk, dat de gecuticulariseerde gedeelten den wand loslaten. De resultaten van Strasburger zijn zeker ook van gewicht voor de kernscheede. Blijkt het, dat we ook hier moeten aannemen, dat cuticularisatie (verkurking) met volumenvermeerdering gepaard gaat, hetgeen zeer waarschijnlijk is, dan is de golving der dunne primaire zijwanden en der schuins staande dwarswanden op eene eenvoudige wijze verklaard. Wel is waar ontbreekt de golving in den regel bij de horizontale dwarswanden, bij buiten- en binnenwand, en in sommige gevallen ook bij de zijwanden, doch naar alle waarschijnlijkheid moet dit aan verschillende bijkomende omstandigheden toegeschreven worden. Dat bijv. de verkurkte membraan bij den buiten- en binnenwand nimmer golven vertoont, vindt misschien zijne reden daarin, dat daar ter plaatse de niet verkurkte wanddeelen, waaraan ze bevestigd is, eene aanzienlijker dikte bezitten dan in de zijwanden. Op dwarse doorsneden gezien, legt ze zich echter in plooien, indien het bijv. door toevoeging van zwavelzuur gelukt haar van de niet verkurkte deelen los te maken.

Na de golving in bijzonderheden besproken en op hare vermoedelijke oorzaak gewezen te hebben, laat ik hieronder eenige opgaven volgen, betrekking hebbende op hare sterkte.

---

*) Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute, p. 146, 199 en 210 en volg.

Onderstaande cijfers geven de gemiddelde uitkomsten aan, ieder bij minstens vijf metingen verkregen.

Bij	Aristolochia Clematitis	op	één	mM	109 golven.
»	Iris Guldenstaedtiana	»	»	»	190 »
»	Tradescantia subaspera	»	»	»	215 »
»	Ficaria ranunculoides	»	»	»	221 »
»	Tradescantia virginica	»	»	»	279 »
»	Funkia ovata	»	»	»	285 »
»	Nardosmia fragrans	»	»	»	335 »
»	Hemerocallis Kwanso	»	»	»	386 »
»	Menyanthes trifoliata	»	»	»	503 »

Reeds vroeger wees ik erop, dat bij sommige planten de zijwanden geen golving of slechts eene geringe slingering bezitten; bij een paar der bovengenoemde planten, nl. *Iris Guldenstaedtiana* en *Funkia ovata*, waar dit slechts nu en dan het geval is, zijn de metingen gedaan bij praeparaten, welke eene duidelijke golving vertoonden.

Terwijl de kernscheede bij vele *Monocotylen* secundaire verdikkingslagen verkrijgt, wordt ze bij die *Dicotylen*, waar zich een cambiumring vormt, tengevolge der ontwikkeling der binnen haar gelegene weefsels, in tangentiale richting uitgerekt en gaat ze er ten slotte verloren. In sommige gevallen gaat dit proces gepaard met celdeelingen in de kernscheede, zooals bijv. bij *Nardosmia fragrans*, waar we talrijke radiale wanden zien ontstaan; in andere gevallen daarentegen treffen we geen celdeelingen aan, zooals bijv. bij *Aristolochia Clematitis*. Bij eerstgenoemde plant is het opmerkelijk, hoe spoedig op de nieuw gevormde wanden zich eene CASPARY'sche vlek vormt. Ze bevindt zich zeer dicht bij den binnenwand en is iets kleiner dan de reeds bestaande. Op tangentiale doorsneden vertoonen de nieuw gevormde radiale wanden spoedig eene slingering, terwijl de oudere duidelijk gegolfd zijn. Dit verschijnsel schijnt tot heden nog bij geen andere planten opgemerkt te zijn; VAN TIEGHEM o. a. vermeldt voor enkele planten alleen, dat de later gevormde radiale wanden niet gevouwen zijn *). Bij *Aris-*

*) l. c. p. 5.

tolochia Clematitis levert het proces weinig belangrijks op; alleen is het opvallend, hoezeer de verkurkte membranen in tangentiale richting uitgerekt worden.

Ontwikkelingsgeschiedenis.

Iris Guldenstaedtiana Bbrst.

Voordat de eerste houtvaten zich beginnen te differentieeren, valt bij den wortel van *Iris Guldenstaedtiana* aan eene dwarse doorsnede het volgende waar te nemen.

Het binnenste gedeelte van het peribleem wordt ingenomen door cellen, welke in radiale rijen zijn gelegen (zie fig. 1 per.). Deze hebben haar ontstaan te danken aan tangentiale deelingen (fig. 1 t. d.) in de binnenste cellaag van het peribleem. De wanden, daarbij gevormd, hebben zich niet tegenover elkander geplaatst, maar zoodanig, dat de cellen van twee naast elkander gelegene rijen met elkander afwisselen. De grens tusschen peribleem en pleroom is duidelijk waarneembaar, doordien de radiale wanden van de binnenste cellaag van het peribleem en van de buitenste van het pleroom (fig. 1 p) zich nimmer tegenover elkander plaatsen. Nadat de laatste radiale deelingen in eerstgenoemde cellaag hebben plaats gehad, zijn de cellen van beide lagen even talrijk en wisselen ze regelmatig met elkander af. Uit eerstgenoemde cellaag ontstaat de kernscheede, terwijl uit laatstgenoemde zich het pericambium differentieert.

Tusschen de cellen van het peribleem hebben zich kleine driehoekige intercellulaire ruimten gevormd (fig. 1 i), die langzamerhand grooter worden en bij voortgaande splijting des celwands ook enkele vierhoekige doen ontstaan. Aan de buitenzijde der toekomstige kernscheede vormen ze zich, nadat de celdeelingen nagenoeg zijn opgehouden en de eerste

houtvaten, welke zich onmiddellijk tegen de buitenste laag van het pleroom aanleggen, zijn ontstaan, en wel uitsluitend bij de radiale wanden der aangrenzende schorscellen; ze verkrijgen hier meestal eene driehoekige gedaante (zie fig. 2). Aan de binnenzijde worden eerst na het zichtbaar worden der CASPARY'sche vlek in alle celhoeken kleine driehoekige intercellulaire ruimten aangetroffen.

Het proces, dat na het ophouden der deelingen in de cellen der toekomstige kernscheede het eerst onze aandacht trekt, is eene verdikking van den buiten- en van den binnenwand (fig. 2); bij eerstgenoemden is ze verreweg het sterkst. Nadat bovengenoemde wanden met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur behandeld zijn, heeft de gevormde verdikkingslaag (fig. 3 p. v.) zich blauw gekleurd en is ze opgezwollen; ze doet zich dan voor als een blauwe zoom langs den cambialen wand, welke niet merkbaar gekleurd is en aan de inwerking van het zwavelzuur beter weerstand heeft geboden. Langs den buitenwand is de blauwe zoom breeder dan langs den binnenwand. De buitenste rand der verdikkingslaag (fig. 3 g) ondergaat zoowel bij den buiten- als bij den binnenwand eene chemische en physische wijziging, hetgeen zich verraadt door zijne meerdere resistentie tegen zwavelzuur. Hij doet zich derhalve kennen als een grenshuidje. De hierboven beschreven verdikkingslaag moeten wij als de primaire beschouwen. De zijwanden hebben zich thans gewoonlijk aanzienlijk in radiale richting verlengd; wegens hunne buitengewoon geringe dikte kunnen we bezwaarlijk hun diktegroei nagaan; bij bovengenoemde behandeling met iodium en zwavelzuur worden ze licht blauw gekleurd.

Wat in jeugdigen toestand de kernscheede het meest kenmerkt, is de reeds genoemde CASPARY'sche vlek. Wanneer we hare vorming aan dwarse doorsneden nagaan, bemerken we in het eerst op de radiale wanden dicht bij den binnenwand een geelachtig puntje, dat zich weldra verlengt tot een geelachtig streepje (fig. 4 c. vl.), hetwelk door zwarte lijnen begrensd is en bij verschillend instellen zich niet zelden in tangentiale richting verplaatst. Waardoor

het verschijnsel teweeggebracht wordt, hebben we reeds vroeger bij eenige planten besproken *). Spoedig ondergaan de zijwanden nu ook eene wijziging aan hunne beide uiteinden (fig. 4 w). Aanvankelijk ziet men aldaar lichtgele puntjes. Het puntje aan de binnenzijde en de CASPARY'sche vlek zijn afzonderlijk te herkennen. De celinhoud blijft nu niet alleen gehecht aan de CASPARY'sche vlek, maar ook in de celhoeken bij den buitenwand. De gewijzigde deelen aan de beide uiteinden van den radialen wand zijn evenals de CASPARY'sche vlek zeer resistent tegen geconcentreerd zwavelzuur.

Een proces, slechts weinig minder belangrijk dan de vorming der CASPARY'sche vlek, grijpt nu in de cellen der kernscheede plaats, nl. de vorming eener verkurkte membraan, waardoor het cellumen aan alle zijden omsloten wordt (fig. 4 c.m.). Deze wordt door het binnenste gedeelte van den primairen wand gevormd; door de »Mittellamelle" wordt aan hare vorming geen deel genomen. Dit proces openbaart zich in enkele cellen tegenover de bastbundeltjes en breidt zich vervolgens over de geheele kernscheede uit.

De plaats, waar zich vroeger de CASPARY'sche vlek bevond, is thans zonder behulp van reagentia niet meer aan te wijzen; wanneer men echter de kernscheede met iodium en geconcentreerd zwavelzuur behandelt, verraadt ze zich door de beide reeds vroeger beschrevene streepjes †). Ook in volwassen toestand, wanneer zich secundaire verdikkingslagen gevormd hebben, kan men, door gebruik te maken van genoemde reagentia, haar weder terugvinden (zie fig. 12 s).

Dat de »Mittellamelle" bij buiten- en binnenwand geen deel uitmaakt van de verkurkte membraan, daarvan kan men zich overtuigen door behandeling der jeugdige kernscheede met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur. De verkurkte membraan (zie fig. 4 en 6 c. m.) wordt hierbij bruin of geel gekleurd en legt zich bij buiten- en binnenwand in een grooter of kleiner aantal plooien, waardoor ze uit haar verband met de »Mittellamelle" (fig. 4 en 6 m) geraakt.

*) Zie pag. 148.

†) Zie pag. 151 en 152.

Deze wordt thans duidelijk zichtbaar en onderscheidt zich daardoor van de blauw gekleurde en gezwollen wanden der aangrenzende cellen, doordat ze niet merkbaar gekleurd is. Bij iets oudere ontwikkelingstoestanden ziet men haar bij de buitenwanden, onder genoemde behandeling, eene groene en in volwassen staat eene gele kleur aannemen, tengevolge eener toenemende verhouting. Ook zag ik bij den buitenwand, wanneer de verkurkte membraan de »Mittellamelle" losliet, tusschen beiden eene blauw gekleurde stof (fig. 6 cell.), afkomstig van het buitenste, nog niet verkurkte, gedeelte der primaire verdikkingslaag, hetwelk nu opgezwollen was en cellulose-reactie vertoonde. In volwassen toestand nam ik ze niet meer waar; de verkurkte membraan bleef dan aan de »Mittellamelle" gehecht en legde zich niet meer in plooien (zie fig. 9 m). Hieruit meen ik te mogen afleiden, dat het eerst de binnenrand der primaire verdikking eene verkurking ondergaat, welk proces, van binnen naar buiten gaande, in de primaire verdikking zich voortzet. Willen we de »Mittellamelle" bij de zij- en dwarswanden waarneembaar maken, zoo moeten we de kernscheede verwarmen met kaliumchloraat en salpeterzuur of met kaliloog; vooral eerstgenoemd reagens is tevens zeer geschikt om de verkurking aan te toonen *).

Voordat alle cellen eene verkurkte membraan verkregen hebben, neemt het laatste proces, dat tot de ontwikkelingsgeschiedenis der kernscheede behoort, nl. de vorming van den secundairen wand, een aanvang. Deze vertoont zich het eerst in enkele cellen tegenover de bastbundeltjes, vervolgens in de aangrenzende, doch steeds in zulke, welke eene verkurkte membraan verkregen hebben (zie fig. 5 s. w.). Wanneer het proces eenmaal in eene cel een' aanvang heeft genomen, gaat het zonder merkbare tusschenpoozen voort; bij enkele cellen duurt het echter lang, voordat het tot ontwikkeling komt, zoodat het kan voorkomen, dat tegenover het phloëem één of twee cellen der kernscheede nog volstrekt geen secundaire verdikkingslagen bezitten, terwijl

*) Zie pag. 150.

alle andere zich reeds vrij sterk verdikt hebben. Eene enkele maal komen in de kernscheede cellen met naar buiten en met naar binnen gebogen radiale wanden voor. Eerstgenoemde schijnen geneigd zich eerder te verdikken dan laatstgenoemde.

Met behulp van iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur kwam ik tot het resultaat, dat de secundaire wand ontstaat en zich verdikt door appositie. Zijne eerste of buitenste laag legt zich tegen de verkurkte membraan, de volgende leggen zich achtereenvolgens op elkander. Het binnenste gedeelte van elke laag ondergaat, voordat ze door eene volgende bedekt wordt, eene chemische en physische wijziging; het differentieert zich nl. tot een grenshuidje. Wanneer men cellen der kernscheede, waarin de secundaire verdikking tot eenige ontwikkeling is gekomen, met SCHULTZE's reagens behandelt, worden de gevormde verdikkingslagen blauw gekleurd; vooral is dit het geval met de binnenste of jongste laag, die hierbij dikwijls een weinig schijnt op te zwellen. Door voorzichtige behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, kan men de jongste laag (fig. 7 j. l.) laten opzwellen zonder eene sterke zwelling in de oudere lagen te veroorzaken. Ze vertoont zich dan, wanneer ze nog geen grenshuidje bezit, als een blauwe *) zoom van meerdere of mindere breedte, al naarmate van de dikte, welke ze bereikt heeft; ze onderscheidt zich duidelijk van de overige lagen, welke meestal groen of blauwachtig groen gekleurd zijn. De huidlaag van het protoplasma met hare talrijke mikrosomen (fig. 6 mkrs.) is meestal, evenals vóór de zwelling, innig aan den celwand gehecht. In sommige gevallen vertoont de opgezwollen laag lichte en donkere strepen (zie fig. 6), welke ten opzichte der cel in radiale richting loopen. Nu en dan vertoont de jongste laag een grenshuidje, dat aan de in-

*) Soms vertoonen de gezwollen gedeelten der celwanden in plaats van eene blauwe eene violette kleur, hetgeen waarschijnlijk aan de wijze van behandeling moet toegeschreven worden.

werking van het zwavelzuur langer weerstand biedt; in dit geval is hare opzwelbaarheid geringer. Bij een weinig sterkere inwerking van het zwavelzuur zwellen ook de oudere lagen op; voornamelijk is dit het geval met de buitenste gedeelten (fig. 6 c), welke na de zwelling eene duidelijke cellulose-reactie vertoonen; de grenshuidjes (fig. 6 g), welke meer resistent tegen zwavelzuur zijn, hebben geen sterke zwelling ondergaan en hebben zich slechts weinig gekleurd. De wijziging, welke de binnenste gedeelten der lagen ondergaan, is eene verhouting; men kan zich hiervan door middel van zoutzuur en phloroglucine overtuigen; wanneer de secundaire wand nog slechts enkele lagen dik is, neemt hij hiermede reeds eene roode kleur aan.

In volwassen toestand (fig. 8) bezitten de cellen der kernscheede langs den binnenwand, de zijwanden, den boven- en den benedenwand, eene sterk ontwikkelde secundaire verdikking, welke duidelijk een' laagsgewijzen bouw vertoont; soms valt ook langs den buitenwand eene zeer geringe verdikking waar te nemen. Langs de zijwanden, den boven- en den benedenwand is de secundaire verdikking (fig. 8 en 11 s. w.) ten opzichte van het lumen eenigszins convex; ze wordt minder sterk, naarmate ze den buitenwand nadert. Het lumen, dat in volwassen toestand is overgebleven, bezit, op de dwarse doorsnede gezien, een' min of meer duidelijk driehoekigen vorm.

De secundaire lagen breiden zich uit langs den binnenwand, de zij- en de dwarswanden. De eerste of buitenste laag omgeeft dikwijls ook het lumen aan de buitenzijde; soms is dit ook het geval met een paar der volgende. Men kan zich hiervan overtuigen door de kernscheede in jeugdigen toestand met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur te behandelen; men neemt dan tevens waar, dat de lagen aan de binnenzijde de grootste dikte verkrijgen (fig. 6 en 7 j. l. en e. l.).

Bij behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur kleuren de secundaire lagen zich blauw, behalve bij den binnenwand, waar ze eene meer gele kleur aannemen. Vervolgens (zie fig. 9) zwellen ze op, tengevolge

waarvan de verkurkte membraan op 't midden van den buitenwand of in de celhoeken bij den binnenwand breekt. Hierdoor komen de lagen der secundaire verdikking in de gelegenheid zich uit te strekken, waarbij ze meestal min of meer gezamenlijk uit de cel geraken. Men kan zich nu overtuigen, dat het aantal lagen veel grooter is, dan het zonder toevoeging van reagentia schijnt; dikwijls kan men er tot twintig tellen. De grenshuidjes (fig. 9 g) zijn in het midden tengevolge der verhouting sterk geel gekleurd, terwijl ze aan de einden meestal eene gele tint aangenomen hebben. Dikwijls kan men waarnemen, dat ze met de uiteinden aan elkaar bevestigd zijn; bij het opzwellen echter wordt dit verband niet zelden verbroken. In haar beloop vertoonen ze onregelmatige bochten. De zich tusschen haar bevindende stof (fig. 9 c) is blauw of violet gekleurd; deze is het vooral, welke het opzwellen veroorzaakt. Aan de lagen heb ik geen lamelleuse structuur kunnen waarnemen. Met zoutzuur en phloroglucine wordt de secundaire verdikking rood gekleurd, vooral sterk aan de binnenzijde, waar de grenshuidjes het meest verhout zijn. Met SCHULTZE's reagens vertoont de secundaire verdikking langs de radiale wanden eene duidelijke cellulosereactie, terwijl ze aan de binnenzijde niet opvallend gekleurd wordt. De secundaire verdikking schijnt gewoonlijk zonder poriën; toch geloof ik, dat ze van fijne poriën voorzien is, daar sommige mijner praeparaten, waarbij ze nog niet sterk ontwikkeld was, talrijke zeer fijne poriën in den binnenwand en in de zijwanden vertoonden. Ook geloof ik, dat de donkere en lichte strepen, welke de lagen in jeugdigen toestand na behandeling met iodium en zwavelzuur vertoonen (zie fig. 7), moeten beschouwd worden als een gevolg der aanwezigheid van fijne poriën.

Langs de binnenzijde der kernscheede komen in volwassen toestand geen intercellulaire ruimten meer voor. Ze zijn meestal met eene het licht weinig brekende stof gevuld; bij de radiale pericambiumwanden tegenover de primaire houtvaten is hare plaats dikwijls door geelachtige glin-

sterende driehoekjes ingenomen, welke door phloroglucine en zoutzuur rood gekleurd worden.

In volwassen staat zijn de cellen der kernscheede zeer in de lengte uitgerekt (zie fig 10 en 11). Bij sommige wortels zijn de primaire zijwanden duidelijk gegolfd (fig. 10) en telde ik gemiddeld 190 golven op den mM; bij andere wortels of gedeelten daarvan daarentegen, vertoonden de primaire zijwanden geen golving of waren ze slechts eenigermate geslingerd. Op grond van door mij gedane metingen neem ik aan, dat het ontbreken der golving bij sommige wortels niet moet toegeschreven worden aan een uitrekken in de lengte der cellen na de vorming van den secundairen wand, zooals CASPARY *) en na hem VAN TIEGHEM *) aangenomen hebben voor die planten, waarbij een secundaire wand tot ontwikkeling komt. Bij 7 volwassen cellen, welke van eene duidelijke golving voorzien waren, verkreeg ik voor hare lengte als gemiddelde uitkomst 0,345 mM, bij 28 andere eveneens volwassen cellen, welke echter geen golving of slechts eene geringe slingering vertoonden, 0,3375 mM. Zeven metingen bij een praeparaat, waarbij de kernscheedecellen gemiddeld 194 golven op den mM bezaten, maar nog van geen secundaire lagen voorzien waren, gaven tot gemiddelde uitkomst voor de lengte eener cel 0,273 mM. Dit laatste cijfer is wel iets geringer dan die, welke ik bij volwassen cellen verkreeg, doch men moet hierbij in aanmerking nemen, dat de cellen der kernscheede onderling zoozeer verschillen, dat sommige eene meer dan dubbel zoo groote lengte verkrijgen als andere.

Het verdwijnen der zwarte lijnen langs de primaire zijwanden bij de vorming van den secundairen wand, schrijf ik toe aan het groote verschil in lichtbrekend vermogen tusschen dezen laatsten en de middelstof, waarin de primaire wand zich voorheen bevond.

---

*) Zie pag. 143.

Funkia ovata SPR.

Vóór de vorming der eerste houtvaten, valt bij *Funkia ovata* aan eene dwarse doorsnede van den wortel in hoofdzaak hetzelfde waar te nemen als bij *Iris Guldenstaedtiana*. De binnenste cellen van het peribleem liggen in radiale rijen, op dezelfde wijze ontstaan als bij *Iris*. Wat de grens tusschen peribleem en pleroom aangaat, valt ook weder hetzelfde op te merken. In de binnenste cellaag van het peribleem komen echter minder radiale deelingen voor; het gevolg hiervan is, dat het aantal cellen der kernscheede, welke uit genoemde laag ontstaat, geringer wordt dan dat van het pericambium. De cellen van deze beide lagen wisselen dan ook niet zoo regelmatig met elkander af, als dit bij *Iris* het geval is. Tusschen de jonge cellen van het peribleem vormen zich driehoekige en weldra ook vierhoekige intercellulaire ruimten. Wanneer de celdeelingen ophouden, beginnen ze zich te vormen langs de buitenzijde der toekomstige kernscheede, wier cellen zich meestal een weinig in tangentiale richting hebben uitgerekt. Na de vorming der eerste houtvaten, welke zich hier tegen het pericambium aanleggen, openbaren ze zich algemeen bij de radiale wanden der aangrenzende schorscellen, waar ze meest eene driehoekige, doch niet zelden ook eene vierhoekige gedaante aannemen. Ook aan de binnenzijde vormen zich dan in bijna alle celhoeken kleine driehoekige intercellulaire ruimten (zie fig. 13 en 14). Ten tijde van de ontwikkeling der kernscheede worden deze laatsten, waar ze zich tegenover de bastbundeltjes bevinden, met eene het licht weinig brekende stof gevuld; aanvankelijk worden ze kleiner en ronden ze zich af; ten slotte verdwijnen ze geheel.

Na het ophouden der celdeelingen, nemen de celwanden aan de buiten- en binnenzijde der kernscheede meer in dikte toe dan die der aangrenzende cellagen; vooral is dit het geval aan de buitenzijde (fig. 13 en 14). Deze sterkere wandverdikking, die veel punten van overeenkomst heeft met die, welke we bij *Iris* aangetroffen hebben, is ook hier voornamelijk het gevolg van de aanzienlijke dikte, welke

de primaire verdikking der kernscheedecellen bij den buiten- en binnenwand verkrijgt (zie fig. 13 en 14). Bij de buitengewoon dunne radiale wanden is 't mij niet gelukt den diktegroei te bestudeeren. Zeer vroegtijdig vertoonen deze de CASPARY'sche vlek, die op de dwarse doorsnede gezien in het eerst zich voordoet als een klein geelachtig puntje (fig. 13 c. vl.), bij latere ontwikkelingstoestanden als een geelachtig streepje, door donkere lijnen begrensd (fig. 14 c. vl.). Ze bevindt zich altijd dichter bij den binnenwand dan bij den buitenwand.

Tegenover de bastbundels verkrijgen aanvankelijk eene enkele, ten slotte twee en meer kernscheedecellen eene verkurkte membraan (fig. 15 c.m.), door welke het lumen aan alle zijden omsloten wordt, terwijl tegenover de primaire houtvaten dikwijls een of een paar cellen van zulk eene membraan verstoken blijven. Ze wordt gevormd door het binnenste gedeelte van den primairen wand; door de »Mittellamelle" wordt aan hare vorming geen deel genomen; deze heeft eene verhouting ondergaan. Bij buiten- en binnenwand is slechts de binnenste rand der primaire verdikking verkurkt; tusschen de »Mittellamelle" en den verkurkten rand bevindt zich nog onveranderde cellulose. Bij laatstgenoemde wanden, waarbij de primaire verdikking van zeer wijde poriën voorzien is, zet de verkurkte membraan zich over de dunnere plaatsen van den wand voort. Hare verhouding tegenover reagentia is reeds beschreven op pag. 149 en 150. Ten opzichte der ontwikkelingsgeschiedenis dient opgemerkt te worden, dat vóór hare vorming de »Mittellamelle" in de zij- en dwarswanden reeds eene sterke verhouting ondergaan heeft, welke met phloroglucine en zoutzuur gemakkelijk is aan te toonen Ook bij cellen der kernscheede, welke zich niet voorzien van eene verkurkte membraan, is de »Mittellamelle" sterk verhout. Bij buiten- en binnenwand kunnen we bij deze cellen, met behulp van iodium en eenigszins verdund zwavelzuur, aan de primaire verdikking een grenshuidje waarnemen (fig. 16 g).

De plaats, waar zich voorheen de verkurkte strooken bevonden, is na de vorming van de verkurkte membraan en

ook nog na die van den secundairen wand niet alleen met behulp van iodium en zwavelzuur, maar ook zonder toevoeging van reagentia te herkennen, en wel aan de op pag. 151 en 152 beschreven puntjes en streepjes (zie fig. 15 pu).

In de cellen der kernscheede, welk zich tegenover de bastbundels bevinden en eene verkurkte membraan verkregen hebben, vormt zich een secundaire wand. Deze vertoont zich aanvankelijk in enkele cellen tegenover de bastbundels, vervolgens in de aangrenzende. Wanneer men zijne ontwikkeling aan dwarse doorsneden met behulp van iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur nagaat, ziet men, dat zich in het eerst alleen de zijwanden verdikken, later de zijwanden en de binnenwand. In volwassen toestand (fig. 15) worden alleen aan den buitenwand de secundaire lagen gemist. Langs de zijwanden verkrijgt de secundaire wand eene meer aanmerkelijke dikte dan langs den binnenwand. Aan de binnenzijde is hij van wijde poriën voorzien, welke zich tegenover de poriën in den primairen wand bevinden. Zijn' laagswijzen bouw kan men, zonder reagentia aan te wenden, waarnemen. Door SCHULTZE's reagens wordt hij blauw gekleurd, door phloroglucine en zoutzuur rood; na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, is hij blauw gekleurd en opgezwollen (fig. 16 s. w.) en kan men de grenshuidjes onderscheiden.

In volwassen staat zijn de cellen der kernscheede doorgaans zeer in de lengte uitgerekt. Opmerkelijk is het, dat die cellen, welke van een' secundairen wand voorzien zijn, meestal eene veel aanzienlijker lengte bezitten dan diegenen, waarbij dit niet het geval is; 44 cellen, welke geen secundairen wand bezaten, hadden eene gemiddelde lengte van 0,128 mM, terwijl 57 andere, waarbij zich wel zulk een wand ontwikkeld had, eene gemiddelde lengte van 0,220 mM bereikten. Bij vele wortels zijn de primaire zijwanden duidelijk gegolfd; 285 golven telde ik op den mM. Bij andere komt het echter voor, dat de primaire zijwanden geen golving vertoonen of slechts eenigermate geslingerd zijn. Het ontbreken hiervan mag hier evenmin

als bij *Iris* toegeschreven worden aan een langer worden der cellen, plaats vindende na het ontstaan der secundaire verdikking; dit blijkt uit de hieronder vermelde cijfers, welke de gemiddelde lengte aangeven voor verschillende door mij gemeten cellen.

Voor volwassen cellen van een' secundairen wand voorzien:

24 met duidelijke golving 0,2135 mM
33 zonder » » 0,225 »

Voor volwassen cellen zonder secundairen wand:

22 met duidelijke golving 0,120 mM
22 zonder » » 0,136 »

Het geringe verschil in lengte tusschen cellen, welke eene duidelijke golving vertoonen en zoodanige, waarbij ze ontbreekt of waarbij de radiale wanden slechts eene slingering vertoonen, kan niet als van overwegende beteekenis beschouwd worden.

Terwijl de 101 bovengenoemde cellen eene gemiddelde lengte van 0,204 mM bezitten, gaven 15 metingen bij een praeparaat, waarbij de kernscheede nog geen secundaire lagen vertoonde, als gemiddelde uitkomst voor de lengte eener cel 0,1805 mM.

Luzula sylvatica Bighen.

Het peribleem bij *Luzula sylvatica* (zie fig. 17) komt in sommige opzichten overeen met dat van *Iris* en *Funkia*, in andere wijkt het daarvan af. Zijne grens aan de zijde van het pleroom is op de dwarse doorsnede weder te herkennen aan den stand der radiale celwanden, die aldaar zich nimmer tegenover elkander bevinden. Wat ons het meest opvalt, is, dat de binnenste cellen van het peribleem niet alleen in radiale, maar ook in concentrische rijen zijn gelegen. Ook hier hebben de radiale rijen haar ontstaan te danken aan tangentiale deelingen in de binnenste laag van het peribleem, doch, in tegenstelling van de beide reeds be-

handelde planten, plaatsen zich bij *Luzula* de tangentiale wanden nagenoeg tegenover elkander, waardoor het ontstaan der concentrische rijen verklaard wordt. Behalve tangentiale deelingen, treffen we in de binnenste laag van het peribleem ook radiale aan. Het aantal cellen dezer laag blijft echter iets geringer dan dat der buitenste cellaag van het pleroom. Wanneer de celdeelingen hebben plaats gehad, treffen we in het binnenste gedeelte van het peribleem in alle celhoeken interstitiën aan, welke bijna zonder uitzondering eene vierhoekige gedaante bezitten (fig. 17 i); op de grens van pleroom en peribleem vormen zich weldra driehoekige interstitiën.

Evenals elders ontstaat ook bij *Luzula sylvatica* de kernscheede uit de binnenste cellaag van het peribleem. In tegenstelling van hetgeen we bij *Iris* en *Funkia* hebben gezien, zijn de buiten- en binnenwanden dezer cellaag minder verdikt dan de wanden der aangrenzende peribleemcellen. Na behandeling met iodium en weinig verdund zwavelzuur, gelukt het bij buiten- en binnenwand de weinig ontwikkelde primaire verdikking waar te nemen. Deze is dan eenigszins opgezwollen en blauw gekleurd en hierdoor van de weinig gekleurde »Mittellamelle" te onderscheiden. Bij de dunne zijwanden is het mij evenmin als bij *Iris* en *Funkia* gelukt den diktegroei te bestudeeren. Na de vorming der primaire houtvaten vertoonen de zijwanden, op de dwarse doorsnede gezien, spoedig de Caspary'sche vlek. Deze vormt zich dicht bij de driehoekige intercellulaire ruimten, welke zich aan de binnenzijde der kernscheede bevinden; aanvankelijk neemt men aldaar een geelachtig puntje waar, dat zich weldra tot een geelachtig streepje verlengt, hetwelk door donkere lijnen begrensd is.

Later verkrijgen de kernscheedecellen eene verkurkte membraan, welke het geheele lumen omsluit. In tegenstelling van hetgeen we bij *Iris* en *Funkia* gezien hebben, ontwikkelt ze zich hier bij alle cellen gelijktijdig. Zij wordt gevormd door het binnenste gedeelte van den primairen wand; de »Mittellamelle" neemt aan hare vorming geen deel. Onder behandeling met iodium en niet te geconcen-

treerd zwavelzuur (fig. 18 c.m.), legt ze zich in jongen toestand bij buiten- en binnenwand in kronkels, waardoor ze min of meer van de »Mittellamelle" losraakt. Deze (fig. 18 m) is dan, doordien ze niet merkbaar gekleurd wordt, tusschen de bruin gekleurde en gekronkelde verkurkte membraan en de blauw gekleurde en opgezwollen primaire verdikking der aangrenzende cellen duidelijk waarneembaar. In volwassen toestand echter (fig. 22) met bovengenoemde reagentia behandeld, blijft de verkurkte membraan innig met de »Mittellamelle" verbonden en vertoont ze geen kronkels.

Om nader in den bouw der zijwanden door te dringen, moeten we gebruik maken van kaliumchloraat en salpeterzuur; wanneer we de volwassen kernscheede hiermede verwarmen, wordt, voordat de cerinezuur-reactie zich vertoont, de »Mittellamelle" opgelost, zonder dat de verkurkte membraan zich in plooien legt, tengevolge waarvan het moeilijk is waar te nemen of de cellen der kernscheede geïsoleerd zijn geworden. Om dit te weten te komen, behandelde ik haar met iodium en zwavelzuur, waardoor de verkurkte membranen geel gekleurd werden en kronkelingen aannamen, tengevolge waarvan de cellen van elkaar verwijderd werden. Het gelukte me niet, zooals in andere gevallen, de plaats, waar zich vroeger de Caspary'sche vlek bevond, terug te vinden, ook niet met behulp van iodium en zwavelzuur.

Na de vorming der verkurkte membraan, komt bij de kernscheedecellen een secundaire wand tot ontwikkeling. In volwassen toestand (zie fig. 21 s. w.) bezit deze langs den buitenwand, de zij- en de dwarswanden, slechts eene geringe dikte, daarentegen bereikt hij eene aanzienlijke dikte langs den binnenwand. Langs alle wanden is de secundaire verdikking van poriën voorzien (fig. 21 po); bij den binnenwand zijn ze nu eens wat wijder, dan weder wat nauwer, dikwijls aan beide uiteinden wat verwijd, zelden vertakt. Met Schultze's reagens wordt de secundaire wand groenachtig blauw gekleurd, terwijl men langs het lumen een' groenen rand kan onderscheiden. Met phloroglucine en zoutzuur neemt hij eene roode tint aan, tengevolge eener ver-

houting. Onder behandeling van iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur zwelt de secundaire wand op (zie fig. 22). Langs den buitenwand en de zijwanden kan men aan eene dwarse doorsnede slechts eene enkele laag waarnemen, door een grenshuidje aan de binnenzijde begrensd. Deze laag kan men langs den primairen binnenwand vervolgen, alwaar ze nog door verscheidene (soms door een zestal) andere overdekt is, die alle aan de binnenzijde van een grenshuidje voorzien zijn. Terwijl de grenshuidjes (fig. 22 g) onder genoemde behandeling eene groene kleur aannemen, worden de overige gedeelten der secundaire lagen, die voornamelijk het opzwellen veroorzaken, blauw gekleurd. De gezamenlijke grenshuidjes omsluiten de stippelkanalen; waar ze aan het lumen grenzen, zijn ze sterker ontwikkeld; aan dat der buitenste laag, die aan alle zijden de verkurkte membraan bedekt, zijn die der overige lagen bevestigd.

Vooral leerzaam is de studie der ontwikkelingsgeschiedenis van den hierboven beschreven secundairen wand. In de eerste plaats valt het ons op, dat deze, evenals de verkurkte membraan, bij alle cellen zich gelijktijdig vormt. Evenals bij *Iris* kwam ik ook hier tot het resultaat, dat de secundaire wand ontstaat en zich verdikt door appositie. Zijne eerste laag is in jongen toestand na behandeling met iodium en weinig verdund zwavelzuur (zie fig. 19 e. l.) blauw gekleurd en opgezwollen, zoodat ze, op eene dwarse doorsnede gezien, zich voordoet als een breede blauwe zoom langs de verkurkte membraan; de opgezwollen laag is gewoonlijk langs den binnenwand het breedst en langs de zijwanden het smalst. Haar binnenste rand ontwikkelt zich tot een grenshuidje, dat meer weerstand biedt aan de inwerking van het zwavelzuur. Na de differentieering van dit grenshuidje legt zich tegen den binnenwand eene tweede laag, welke, nadat ze zich ook van een grenshuidje voorzien heeft, door eene volgende bedekt wordt; terwijl dit proces zich nog eenige malen herhaalt, ondergaan de reeds gevormde lagen eene verdere wijziging. Tijdens den diktegroei van den secundairen wand gelukt het, bij voorzichtige behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, de

jongste laag te doen opzwellen (zie fig. 20 j. l.), zonder eene merkbare opzwelling in de oudere lagen teweeg te brengen; na genoemde behandeling heeft ze eene blauwe kleur aangenomen; nu en dan kan men aan de binnenzijde een grenshuidje onderscheiden, terwijl donkere strepen in radiale richting der cel de aanwezigheid van poriën verraden (fig. 20 po). Bij sterkere inwerking van het zwavelzuur ziet men ook de oudere lagen opzwellen, welke duidelijk ontwikkelde grenshuidjes verkregen hebben.

In volwassen toestand bestaat de kernscheede uit in de lengte uitgerekte cellen. De primaire zijwanden zijn niet gegolfd; ze vertoonen slechts eene geringe slingering. Ook voor *Luzula sylvatica* geloof ik te moeten aannemen, dat de golving niet tengevolge van eene uitzetting in de lengte na het ontstaan der secundaire lagen verdwenen is, en wel omdat ik vóór het ontstaan van deze nooit eene duidelijke golving heb waargenomen; gewoonlijk waren op tangentiale doorsneden de zijwanden in meerdere of mindere mate geslingerd; alsook omdat de gemiddelde lengte der cellen, na en vóór de vorming van den secundairen wand, slechts weinig verschilt; 0,1537 mM vond ik voor de gemiddelde lengte van 65 volwassen cellen, tegen 0,1456 mM voor die van 7 cellen, welke nog van geen secundaire lagen voorzien waren.

Hoofduitkomsten van het onderzoek.

1. Naar den aard en de verdikking van den celwand kunnen we bij de kernscheede de volgende drie hoofdvormen onderscheiden:

a. De kernscheede bestaat uit cellen, waarvan slechts eene smalle strook der zij- en dwarswanden verkurkt is.

b. De cellen hebben eene verkurkte membraan, die het lumen aan alle zijden omgeeft.

c. De cellen hebben, behalve zulk eene membraan, een secundairen wand.

2. De verkurkte strook loopt bij de zijwanden in overlangsche en bij de dwarswanden in tangentiale richting. Bij beide bevinden de verkurkte deelen, toebehoorende aan twee naast of boven elkaar liggende cellen, zich tegenover elkaar. Wegens de geringe dikte van bovengenoemde wanden, zijn de beide nevens elkander loopende strooken, ofschoon door de »Mittellamelle" gescheiden, niet afzonderlijk waarneembaar, maar doen zich gezamenlijk, bij de zijwanden op dwarse doorsneden en bij de dwarswanden op radiale doorsneden gezien, voor als een scherp begrensd geelachtig plekje, dat zich duidelijk van het overige deel van den wand onderscheidt.

3. De verkurkte membraan wordt gevormd door het binnenste gedeelte van den primairen wand; de »Mittellamelle" neemt aan hare vorming geen deel. Bij de dunne zij- en dwarswanden zijn de beide verkurkte membranen niet afzonderlijk te onderkennen.

4. De verkurkte wanddeelen zijn vooral duidelijk aan te toonen door de kernscheede te verwarmen met kaliumchloraat en salpeterzuur (cerinezuur-reactie van VON HÖHNEL).

5. De primaire zijwanden vertoonen op tangentiale doorsneden meestal eene duidelijke golving, en, zoo niet, dan toch allicht in meerdere of mindere mate eene slingering.

De horizontale dwarswanden zijn in den regel niet gegolfd, terwijl de schuins staande meestal van golven voorzien zijn, die zwakker zijn dan die der zijwanden.

De secundaire wand vertoont op tangentiale doorsneden hoogstens eene geringe slingering.

6. Waar zich de verkurkte strook bevindt, zijn de golven het sterkst, terwijl de kanten der zijwanden niet gegolfd zijn.

Wanneer de cellen eene verkurkte membraan bezitten, zijn de primaire zijwanden met uitzondering der kanten over hunne geheele breedte even sterk gegolfd.

7. De wijze, waarop het verschijnsel, bekend onder den naam van CASPARY'sche vlek, zich aan ons voordoet, is afhan-

kelijk van de verkurking der primaire zij- en dwarswanden, van de golving, van het al of niet aanwezig zijn van een' secundairen wand en soms van eene verhouting der »Mittellamelle".

8. Aan radiale doorsneden is de golving steeds te herkennen aan dwarse strepen op de zijwanden.

9. Ingeval de primaire zijwanden duidelijk gegolfd zijn, kunnen er op den mM 100 tot 500 golven voorkomen.

10. Ofschoon mij gebleken is, dat het praepareeren in sommige gevallen invloed uitoefent op de golving, zoo kan ik toch niet met SCHWENDENER aannemen, dat zij steeds daardoor wordt teweeggebracht. Ik geloof veeleer, dat in die gevallen, waar we onder den mikroskoop eene duidelijke golving waarnemen, zij ook in het levende orgaan aanwezig is.

11. Ik veronderstel, dat de golving een gevolg is van volumenvermeerdering, waarmede volgens STRASBURGER cuticularisatie (verkurking) van den celwand gepaard gaat.

12. De resultaten, verkregen bij lengtemetingen van gegolfde en niet gegolfde en van volwassen en niet volwassen cellen, pleiten niet voor de voorstelling van CASPARY, volgens wien de golving, ingeval er een secundaire wand tot ontwikkeling komt, door eene uitzetting in de lengte zou opgeheven worden.

13. De kernscheede ontstaat uit de binnenste cellaag van het peribleem.

14. Eene smalle strook der dunne primaire zij- en dwarswanden ondergaat in jeugdigen toestand eene verkurking; dit proces, waaraan de »Mittellamelle" geen deel neemt, gaat gepaard met het zichtbaar worden van de CASPARY'sche vlek, welke in 't eerste stadium harer ontwikkeling, op eene dwarse doorsnede gezien, zich voordoet als een geelachtig puntje.

15. De CASPARY'sche vlek bevindt zich soms zeer dicht bij den binnenwand, terwijl ze in andere gevallen, waar we haar ongeveer op 't midden van den wand aantreffen, altijd eer op geringeren afstand van den binnenwand dan van den buitenwand gelegen is.

16. Wanneer later eene verkurkte membraan tot ont-

wikkeling komt, is de plaats, waar zich vroeger de CASPARY'sche vlek bevond, in veel gevallen nog te onderkennen, vooral na aanwending van iodium en zwavelzuur. Dit is ook nog 't geval, wanneer zich daarenboven een secundaire wand gevormd heeft.

17. Soms is in volwassen of in jeugdigen toestand bij buiten- en binnenwand slechts het binnenste gedeelte der primaire verdikking verkurkt.

18. Zoo de primaire verdikking bij buiten- en binnenwand van poriën is voorzien, zet de verkurkte membraan over de dunnere plaatsen van den wand zich voort.

19. Ingeval een secundaire wand tot ontwikkeling komt, vormt deze zich altijd in cellen, welke zich reeds van eene verkurkte membraan voorzien hebben.

20. De secundaire wand bij *Iris Guldenstaedtiana* en *Luzula sylvatica* ontstaat en verdikt zich door appositie. De cellulose, door het protoplasma voortgebracht, legt zich laagsgewijs op elkaar; het binnenste gedeelte van elke laag ondergaat eene chemische en physische wijziging, het differentieert zich tot een grenshuidje.

Deze voorstelling van den diktegroei van den celwand komt overeen met de resultaten, door STRASBURGER *) bij de cellen uit het merg van *Clematis vitalba* verkregen.

21. De cellen, welke zich tegenover de bastbundels bevinden, onderscheiden zich in volwassen toestand in vele gevallen van die, welke zich tegenover de primaire houtvaten bevinden, door het bezit van eene verkurkte membraan en daarenboven dikwijls ook nog door dat van een' secundairen wand, alsmede door eene meer aanzienlijke lengte.

22. Soms komen bij alle cellen der kernscheede de verschillende processen, nl. de vorming der verkurkte membraan en die van den secundairen wand, gelijktijdig tot ontwikkeling (*Luzula sylvatica*). In andere gevallen daarentegen zijn de cellen, welke tegenover de bastbundels gelegen

---

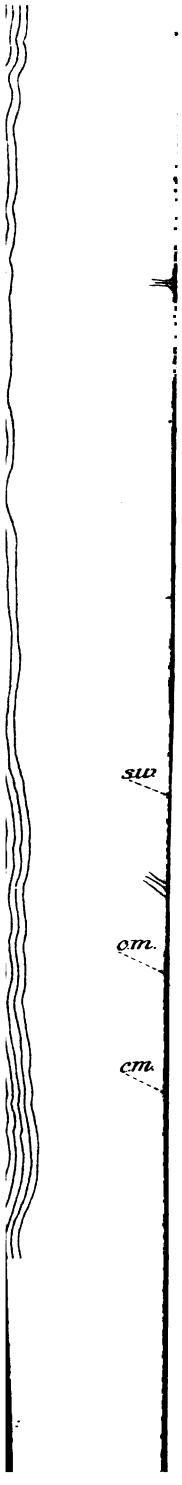
*) l.

zijn, degenen, welke zich tegenover de primaire houtvate bevinden, in ontwikkeling vooruit. Bij eerstgenoemden kon spoediger eene verkurkte membraan tot ontwikkeling e vormt zich eerder een secundaire wand. Soms bereiken cellen tegenover de primaire houtvaten nog denzelfden tra van ontwikkeling als de andere (*Iris Guldenstaedtiana*), do dikwijls blijven ze op een' lageren trap staan (*Funkia ovat*

23. Uit de resultaten, verkregen bij de studie der on wikkelingsgeschiedenis, blijkt dat de verschillen, welke kernscheede bij verschillende planten in volwassen toesta ons toont, meerendeels moeten beschouwd worden als v schillen in graad van ontwikkeling. Zoo geeft bijv. kernscheede bij *Iris Guldenstaedtiana* in verschillende stad van hare ontwikkeling in hoofdzaak ons al de vormen aanschouwen, waaronder ik in volwassen toestand de ke scheede bij andere planten aantrof.

24. Wanneer de kernscheede, tengevolge der ontwik ling der binnen haar gelegene weefsels, in tangentiale ri ting wordt uitgerekt, gaat dit soms gepaard met de vorm van radiale wanden, welke op de dwarse doorsnede gez zeer spoedig eene CASPARY'sche vlek vertoonen (*Nardos fragrans*).

Edam, December 1884.


sw
om.
cm.

VERKLARING DER FIGUREN.

Alle figuren zijn geteekend bij eene liniaire vergrooting van 1390 maal.

De beteekenis der meest voorkomende letters is de volgende: c. vl. CASPARY'sche vlek, c. m. verkurkte (gecuticulariseerde) membraan, s. w. secundaire wand, m „Mittellamelle", p. v. primaire verdikking, g grenshuidje, c cellulose-reactie vertoonend, po poriën, i intercellulaire ruimte. De beteekenis der overige letters is bij elke figuur afzonderlijk opgegeven.

De CASPARY'sche vlek en de verkurkte membraan zijn steeds door twee dikkere lijnen aangegeven.

In de eerste 22 figuren is bij de zij- en de dwarswanden de „Mittellamelle" niet aangegeven, omdat deze niet waarneembaar was, terwijl bij de buiten- en binnenwanden in vele gevallen slechts hare plaats kon aangeduid worden.

Iris Guldenstaedtiana BEBST.

Fig. 1. Dwarse doorsnede, celdeelingen in de binnenste cellaag van het peribleem, per. peribleem, p buitenste cellaag van het pleroom, t. d. tangentiale celdeeling, r. d. radiale celdeeling.

Fig. 2. Dwarse doorsnede, vóór het zichtbaar worden der CASPARY'sche vlek.

Fig. 3 = fig. 2, doch na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur.

Fig. 4. Dwarse doorsnede, CASPARY'sche vlek en verkurkte membraan, na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, w wijziging aan de beide uiteinden van den radialen wand.

Fig. 5. Dwarse doorsnede, vorming van den secundairen wand, verkurkte membraan.

Fig. 6 = fig. 5, doch na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, cell. cellulose-reactie vertoonende, j. l. jongste laag blauw gekleurd en opgezwollen, e. l. eerste laag, mkrs. mikrosomen.

Fig. 7. Dwarse doorsnede, vorming van den secundairen wand, na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, j. l.

jongste laag blauw gekleurd, opgezwollen en radiale strepen vertoonende, o. l. oudere lagen.

Fig. 8. Dwarse doorsnede, volwassen.

Fig. 9 = fig. 8, doch na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur.

Fig. 10. Tangentiale doorsnede, volwassen.

Fig. 11. Radiale doorsnede, volwassen.

Fig. 12. Radiale doorsnede, volwassen, na behandeling met iodium en zwavelzuur; s de beide streepjes, welke de plaats aanduiden, waar vroeger de CASPARY'sche vlek zich bevond.

Funkia ovata SPR.

Fig. 13. Dwarse doorsnede, CASPARY'sche vlek.

Fig. 14. Dwarse doorsnede, CASPARY'sche vlek.

Fig. 15. Dwarse doorsnede, volwassen; pu puntjes, welke de plaats aanwijzen, waar zich voorheen de CASPARY'sche vlek bevond; s. i. samengetrokken inhoud.

Fig. 16 = 15, doch na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur, pu zie bij fig. 15.

Luzula sylvatica BICHEN.

Fig. 17. Dwarse doorsnede van het peribleem (per.), p buitenste laag van het pleroom.

Fig. 18. Dwarse doorsnede, verkurkte membraan, na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur.

Fig. 19. Dwarse doorsnede, eerste secundaire laag (e. l.), na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur.

Fig. 20. Dwarse doorsnede, vorming van den secundairen wand, na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur; j. l. jongste laag opgezwollen en blauw gekleurd, o. l. oudere lagen, e. l. eerste laag.

Fig. 21. Dwarse doorsnede, volwassen.

Fig. 22 = fig. 21, doch na behandeling met iodium en niet te geconcentreerd zwavelzuur.

Fig. 23. *Funkia ovata*, dwarse doorsnede eener volwassen cel, behandeld met kaliumchloraat en salpeterzuur.

Fig. 24. *Luzula sylvatica*, dwarse doorsnede eener volwassen cel, behandeld met kaliumchloraat en salpeterzuur; c. b. cerinezuur-ballen.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 Juni 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, KAMERLINGH ONNES, LORENTZ, VAN RIEMSDIJK, MULDER, FRANCHIMONT, HOEK, MARTIN, HOFFMANN, BEIJERINCK, DE VRIES, ZAAIJER, KOSTER, HEYNSIUS, VAN DIESEN, SURINGAR, STOKVIS, RAUWENHOFF, DONDERS, ZEEMAN, ENGELMANN, HUBRECHT, PLACE, VON BAUMHAUER, KORTEWEG, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— De Heeren VAN HASSELT, BOSSCHA, GUNNING, A. C. OUDEMANS JR., J. A. C. OUDEMANS en BEHRENS hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— Wordt gelezen een brief van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (21 Juni 1884), waarin der Akademie mededeeling wordt gedaan van het overlijden van Z. K. H. den Prins van Oranje op den 21sten Juni 1884, des namiddags te twee uren.

De Voorzitter vindt hierin aanleiding, eenige woorden van deelnemende hulde te wijden aan de nagedachtenis van den overledene. Op zijn voorstel betuigt de Vergadering hare instemming met het gesprokene, door van hare zetels op te rijzen.

De Algemeene Secretaris bericht, dat de missive van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken bereids met een adres van rouwbeklag is beantwoord.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. C. L. VAN DER BURG, Batavia, 3 Mei 1884; 2°. den Secretaris der Royal Society te Londen, 24 April 1884; 3°. den Bibliothecaris der Royal Medical Chirurgical Society te Londen, 5 Juni 1884; 4°. den Secretaris der Académie Hongroise des Sciences te Budapest, 20 Juni 1884; 5°. H. L. FLEISCHER, Leipzig, 3 Juni 1884; 6°. ACKERMANN, Secretaris van het Verein für Naturkunde te Cassel, 1884; 7°. D. CARUTTI, Rome, 9 Juni 1884; 8°. H. G. ZEUTHEN, Secretaris der Kong. Danske Videnskabernes Selskab te Kopenhagen, 31 Mei 1884; 9°. E. REGEL, Directeur du Jardin impérial de botanique te St. Petersburg, 22 Mei 1884; 10°. M. BARCENO, Directeur van het Observaterio Meteorologico Central te Mexico, 29 Mei 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken, 's Gravenhage, 3, 20, 21 Juni 1884; 2°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 3 Juni 1884; 3°. J. J. H. FRANTZEN, Bibliothecaris van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden, Mei 1884; 4°. J. J. F. NOORDZIEK, Bibliothecaris van de Tweede Kamer der Staten Generaal te 's Gravenhage, 18 Juni 1884; 5°. R. HOERNES, Secretaris van het Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark te Gratz, 15 Maart 1884; 6°. DRAGENDORFF, Secretaris der Naturforscher Gesellschaft te Dorpat, April 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een schrijven van den Gemeenteraad van Delft (31 Mei 1884), waarin de Algemeene Voorzitter der Akademie wordt uitgenoodigd, de plechtige herdenking van den 300sten sterfdag van Prins Willem I op den 10den Juli a. s. in de Nieuwe Kerk te Delft bij te wonen. De Secretaris deelt mede, dat de Algemeene Voorzitter, de Heer Opzoomer, de tot hem gerichte uitnoodiging heeft aangenomen; 2°. eene missive van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (27 Juni 1884), de kennisgeving behelzend, dat de Heer Dr. H. M. Duparc te Amsterdam het adres, waarin hij ten eigen behoeve eene Rijks-subsidie voor de studie der bacteriën gevraagd had en dat door den Minister bij een schrijven van 9 Juni 1884 aan de Afdeeling was toegezonden om advies, verklaart in te trekken. De Voorzitter deelt mede, dat hij, met het oog op het zomerreces, des Ministers schrijven, met de daarbij behoorende bescheiden, tusschentijds om voorlichting in handen gesteld had van de Heeren Engelmann, Mac Gillavry en Stokvis, die zich dan ook bereid hadden verklaard, aan de hun verstrekte opdracht gevolg te geven. Na de laatste kennisgeving van den Minister schijnt het hem wenschelijk, het door den Heer Mac Gillavry als rapporteur gereed gemaakte, hoewel door den loop der omstandigheden door de Commissie nog niet gearresteerde, Verslag, nevens het adres van Dr. Duparc en 's Ministers eerste schrijven, ter visie voor de leden te leggen.

— De Voorzitter leest een adres van dankzegging voor de betoonde belangstelling van de zijde der Akademie in de viering van het 300-jarig bestaan van de Universiteit te Edinburg. Dit adres, gedagteekend van Mei 1884, is onderteekend door de Heeren John Inglis, Stafford Northcote en Grant.

— De Heer Lorentz biedt, namens den Heer van Bemmelen, de volgende mededeeling aan, betreffende een onderzoek, door den Heer C. Hensgen, assistent aan het Anorganisch Scheikundig Laboratorium der Universiteit te Leiden, in

dat laboratorium verricht, zijnde een vervolg op vroegere mededeelingen over de werking van chloorwaterstof op sulfaten.

De Heer H. heeft thans het sulfaat van bismuth en van antimonium aan de werking van chloorwaterstof onderworpen, en ook de samenstelling dier sulfaten nader onderzocht.

De bereiding der beide normale sulfaten, die met eigenaardige moeilijkheden gepaard gaat, is door SCHULZ-SELLACK op eene wijze beschreven, die onzekerheden overlaat. Het gelukte om ze in zuiveren toestand te verkrijgen, door voorzichtige verhitting met eene overmaat van zwavelzuur. Het normale bismuthsulfaat $Bi_2(SO_4)^3$ neemt onder sterke warmte-ontwikkeling water op, welke verbinding in eene luchtvrije en droge ruimte beantwoordt aan de formule $2\,[\,Bi_2(SO_4)^3\,]\,.\,7\,H_2O$ *); deze verliest bij 100° slechts 1 mol. H_2O en verkrijgt dus de samenstelling $Bi_2(SO_4)^3.3H_2O$ †). Door behandeling met eene groote overmaat zoowel van koud als van kokend water, gaan deze zouten tot $Bi_2O_3.SO_3.H_2O$ over §). Voor alle waterbepalingen is het water als zoodanig gewogen, en niet uit het gloeiverlies of uit het aan 100 pCt. ontbrekende berekend.

Het normale geheel watervrije sulfaat **) neemt geheel droog zoutzuurgas onder warmteontwikkeling op (3 à 4 mol. HCl), wordt daarbij vloeibaar, en bij bekoeling weder vast. Nadere proefnemingen moeten leeren, of het mogelijk is eene hoeveelheid van 6 mol. HCl te doen opnemen.

Het normale antimoonsulfaat $Sb_2(SO_4)^3$ neemt bij de gewone temperatuur 3 mol. H_2O op, en is dan in eene droge luchtvrije ruimte, en ook bij 100°, bestendig. Door kokend water in overmaat verliest het al het zwavelzuur.

---

*)	Gevonden.	Berekend	†)	Gevonden.	Berekend	§)	Gevonden.	Berekend.
Bi_2O_3	60.38	60.49. . .		61.56	61.22. . .		82.46	82.56
SO_3	31.41	31.29. . .		32.20	31.66. . .		14.69	14.24
H_2O	8.75	8.22. . .		7.05	7.12. . .		3.53	3.20

**)	Gevonden.	Berekend.
Bi	59.18	59.12
SO_4	41.14	40.88

Het terugblijvend oxyde houdt nog eene kleine hoeveelheid water terug, 0.7 pCt., dat bij 180° nog niet wordt uitgedreven. Het is zeer moeilijk om door koud water, ondanks langdurig schudden en ondanks gedurige verversching, al het zwavelzuur aan het sulfaat te onttrekken.

Droog zoutzuurgas wordt door het normale, geheel watervrije, zout *) onder sterke verwarming opgenomen, waarbij de massa vloeibaar en na afkoeling weder vast wordt. De opgenomen hoeveelheid HCl nadert 6 moleculen (ruim 5 werden waargenomen). Eene geringe hoeveelheid sublimaat ontstaat daarbij, hetwelk vrij van zwavelzuur bevonden en als antimoontrichloruur (bij 70° smeltend) herkend werd.

De verbindingen van chloorwaterstof met de normale sulfaten van antimonium en van bismuth bieden veel overeenkomst aan met de door DITTE ontdekte verbinding van chloorwaterstof met kwiksulfaat. De onderlinge vergelijking dier verbindingen zal het onderwerp van een nader onderzoek uitmaken.

De zure en basische bismuthsulfaten, door HEINTZ en door LEIST bereid, en evenzoo die van antimonium door PÉLIGOT, beantwoorden niet aan de door deze waarnemers gegeven formulen. Zij bestaan als zoodanig niet, maar zijn, blijkens gedane analysen, mengsels van verschillende zouten.

— De Heer ENGELMANN deelt een reeks van nieuwe uitkomsten mede betreffende *de bewegingen van kegels en pigment in de retina onder den invloed van het licht*, in gemeenschap met den Heer VAN GENDEREN STORT door hem verkregen (zie Proc.-Verb. v. 29 Maart 1884).

Behalve bij kikvorschen en duiven, werden de bewegingen der kegels waargenomen bij visschen (Abramis brama — zeer in 't oog vallend) en reptiliën (Tropidonotus natrix — minder sterk sprekend).

---

*) Gevonden. Berekend.

Sb_2O_3	54.69	54.55
SO_3	45.32	45.45

Bij den kikvorsch bleek van de tweelingkegels degene, die geen sterk lichtbrekend kogeltje in het uiteinde van het binnenlid bevat, niet bewegelijk, althans niet in vergelijking met den anderen tweeling (kogel-kegel). Een derde, kleinere soort van kegels, tot dusverre onbekend, gedroeg zich meer als de laatste. Er schijnen overgangen tusschen beiden voor te komen. Spreker houdt het voor niet onmogelijk, dat het jonge kogelkegels zijn, bestemd de oude, die in het leven te gronde gaan, te vervangen. Omtrent normale degeneratie en regeneratie in het netvlies zullen afzonderlijke onderzoekingen moeten worden ingesteld.

Bij alle kegels is slechts het door Spreker als »protoplasmatisch gedeelte" gekenmerkte bestanddeel van het binnenlid actief bewegelijk. Het »opticus-ellipsoid" behoudt nagenoeg zijn constanten vorm en afmetingen.

Het absoluut en relatief bedrag der photomechanische reacties der kegels hangt, behalve van de diersoort, voornamelijk af van de intensiteit en den duur der verlichting en van de golflengte. Bij het klimmen van de intensiteit en den duur, van nul af, neemt de lengte der binnenleden eerst snel, dan langzamer af. Reeds matig diffuus daglicht kan binnen 10—15 minuten (kikvorsch) eene nagenoeg maximale contractie voortbrengen: den toestand, waarin de kegels tot nu toe bijna zonder uitzondering werden afgebeeld en beschreven.

Proeven, waarin de dieren minuten tot uren lang achter rood of groen glas vertoefden, waarvan het absorptievermogen met behulp van Spreker's mikrospectraalphotometer bepaald was, bewezen dat de werking der meer breekbare stralen op de kegels gemiddeld grooter is dan die der minder breekbare. Toch kunnen ook deze bij langeren duur eene maximale verkorting voortbrengen. Het pigment kon in rood licht, ook bij eene maximale verkorting der kegels, boven en buiten de kegellaag blijven zitten, evenals in volkomen duisternis: een nieuw bewijs van de betrekkelijke onafhankelijkheid van beide verschijnselen van elkander. Het daalde daarentegen achter groen glas betrekkelijk zeer sterk (reeds door Angelucci opgemerkt).

Ook met prismatische kleuren werden proeven genomen, waarover Spreker later uitvoerig hoopt te kunnen handelen. Heden vermeldt hij ze slechts, in zooverre zij beteekenis hebben voor de vraag naar de *plaats* in het netvlies, van waar de prikkel tot contractie der binnenleden uitgaat. Het netvlies van vogels, wier kegel-binnenleden op de grens van het buitenlid, soms ook in het binnenlid, intensief gekleurde olierijke droppels bevatten, scheen eenig uitzicht op de beantwoording dezer vraag te openen. Immers, hier kunnen slechts die golflengten de buitenleden bereiken, die door de gekleurde kogels worden doorgelaten. Indien nu uitsluitend dusdanige lichtstralen photomechanisch prikkelden, mocht men het voor bewezen houden, dat deze prikkeling niet in een der naar binnen van de buitenleden gelegen gedeelten van het netvlies plaats greep. Spreker bepaalde spectrometrisch de lichtabsorptie in de gekleurde bolletjes der duif, waarbij het bleek dat *alle* bolletjes *alle* stralen van het zichtbare spectrum doorlaten. Door de intensief roode kogels, die nog het meest geschikt zijn, wordt op de plaats van het maximum der absorptie (in 't geel-groen) steeds nog 5—15 pCt. licht doorgelaten; van blauw en violetin den regel veel meer. Spreker belooft hierover nadere mededeelingen. Reeds nu echter moet het als hoogst waarschijnlijk gelden, dat het licht de *binnenleden onmiddellijk prikkelt*. Immers, *groen* licht (intensiteit bij λ 630 = 0, bij λ 530 maximaal, bij λ 462 = 3 pCt) gaf eene maximale werking bij alle roode kegels, onder voorwaarden, waaronder *rood* licht bijna geen effect uitoefende, uitgezonderd die gevallen, waar de binnenleden over hunne geheele lengte roode droppels bevatten (rood veld). Hier was de werking van groen licht zeer zwak, die van rood betrekkelijk sterk.

Bij kegels met een ellipsoïde, begint de verkorting — resp. de verlenging — steeds in de onmiddellijke nabijheid van deze, en schrijdt zij bij klimmende prikkeling van daar langzaam naar de basis voort.

Over talrijke andere, de bewegingen der kegels betreffende, punten (afhankelijkheid van electrische, mechanische, thermische, enz. prikkels, van circulatie, enz., verband tot de

galvanische, door HOLMGREN ontdekte, verschijnselen, van het netvlies, enz.), zal Spreker heden niet uitwijden. Alleen wenscht hij nog de aandacht te vestigen op eene reeks van feiten, die voor het eerst het bestaan bewijzen van een *physiologische associatie der beide netvliezen* en verder van een *verband tusschen den verlichtingsgraad der huid van het lichaam en den toestand van het pigment en de kegels der beide retinae.*

Wanneer men bij een gedurende 12 uren of langer in 't duister gehouden kikvorsch (»donkervorsch") of duif (»donkerduif") slechts in één oog licht laat vallen, dan daalt het pigment en contraheeren zich de binnenleden der kegels ook in het andere, niet door licht getroffen oog, en wel gelijktijdig en in denzelfden (in onze proeven dikwijls maximalen) omvang als in het verlichte oog.

Bij kikvorschen gebeurde dit ook nog na de onthoofding, niet meer na de vernietiging van den inhoud der schedelholte. Het staafjesrood bleet in 't bedekte oog bestaan, ook wanneer het in 't andere volkomen was verbleekt.

De bewegingen van kegels en pigment der retinae van beide oogen zijn dus geassociëerd, evenals die der beide pupillen.

Hieruit, in verband met de tot heden bekende anatomische feiten, volgt, *dat de nerv. opticus niet slechts als lichtpercipieerende, centripetaal geleidende, maar ook als centrifugaal geleidende, motorische zenuw voor kegels en pigment van het netvlies functioneert.*

De zenuwvezelen, door welke de associatie van beide netvliezen tot stand komt, zouden reeds in 't chiasma nn. opticorum zich kunnen overkruisen (fibrae arcuatae orbitales ARNOLD; vezelen der commissura arcuata anterior van HANNOVER?). In dit geval zoude de inter-retinale zenuwverbinding uit een zuiver anatomisch oogpunt een *interperipherische* verbinding zijn, op bekende genetische gronden echter tot de *intercentrale* kunnen teruggebracht worden.

Een andere mogelijkheid is, dat de associatorische geleidingsbanen zich door de tractus optici heen naar de hersenen begeven, waar dan, vermoedelijk door tusschenkomst van gangliëncellen, de overkruising zoude plaats hebben. Spreker hoopt dit spoedig te kunnen beslissen.

Zeker is het, dat ook van de hersenen uit, *zonder de minste inwerking van licht, ook op slechts één der beide oogen, pigment en kegels van beide oogen in beweging kunnen gebracht worden*, evenals door directe verlichting van het netvlies.

Werden kop en voorste extremiteiten van een donkervorsch met een geheel ondoorschijnende kap bedekt en alleen de rug en achterste extremiteiten gedurende ongeveer $^1/_2$ uur aan zeer helder dag- of aan zonlicht blootgesteld, onmiddellijk daarna de oogen in 't duister geëxstirpeerd en op de gewone wijze gehard, dan bleken in beide oogen het pigment zeer sterk (tot tusschen de binnenleden der staafjes) gedaald en de binnenleden der kegels verkort te zijn (in één geval maximaal). Het staafjesrood was niet merkbaar aangetast, zooals ook niet te verwachten was.

Door licht op de *huid van den romp en de extremiteiten* te laten vallen, kan men dus in de netvliezen van in absoluut donker gehouden oogen de typische photomechanische reacties opwekken. Evenals bij de werking van het ééne netvlies op het andere, hebben wij hier met eene soort van reflex van sensibele (huid-) op sensibele (nn. optici) zenuwen te doen. Zouden dergelijke rapporten meer, misschien algemeen bestaan? Hoe vreemd ook voorloopig deze feiten mogen schijnen — het bestaan bij vele, ook gewervelde, dieren van een vermogen om door middel van de huid, ook na exstirpatie der oogen, lichtstralen van verschillende intensiteit en golflengte te percipiëeren (zie vooral Vitus Graber), de kleursveranderingen der huid van visschen, amphibiën, enz., onder den invloed van licht, dat op de retina valt (Lister, Pouchet e. a.), bewijzen althans reeds het bestaan van lichtpercipiëerende vezelen in de huid, en van reflectorische zenuwwerkingen tusschen retina en huid, al is het dan ook in tegenovergestelde, dan de door Spreker gevondene richting.

Spreker belooft van tijd tot tijd verdere mededeelingen te zullen doen omtrent de heden besproken feiten en de uitkomsten der daaruit voortvloeiende nieuwe onderzoekingen.

— De Secretaris leest eene mededeeling van den Heer Treub (te Buitenzorg): *Over prothalliën van Lycopodium.*

»Bij uitzondering neem ik de vrijheid, de aandacht der Akademie in te roepen voor een onderwerp, omtrent hetwelk mijne onderzoekingen nog slechts gedeeltelijk zijn afgeloopen. Zoo ik mij dit veroorloof, is het in de eerste plaats, dewijl het onderzoek in quaestie, naar het mij voorkomt, van een botanisch standpunt, belangrijk genoemd mag worden; in de tweede plaats, omdat beroepsbezigheden mij beletten het zoo spoedig ten einde te brengen als ik wel wenschte.

Sedert een veertigtal jaren zijn door vele kruidkundigen pogingen in het werk gesteld, de geslachtlijke generatie: het prothallium der Lycopodieeën, te leeren kennen; pogingen, welke met geringen uitslag zijn bekroond. Men zoude dan ook bijna gerechtigd zijn te herhalen, hetgeen DE BARY in 1858 verklaarde, namelijk, dat het weinige succes, hetwelk werd verkregen »laisse une lacune importante et très-regrettable dans l'histoire du développement des Cryptogames Vasculaires" (*Ann. Sc. Nat.* 4ième Série, Botan. T. IX, p. 30).

Bij DE BARY's bekende uitzaaiproeven, met sporen van *Lycopodium inundatum*, werden eivormige lichaampjes verkregen, bestaande uit ten hoogste elf cellen, welke fijne chlorophylkorrels inhielden. De lichaampjes stierven allen af, en DE BARY verkeerde zelf in onzekerheid er over, of zij rudimentaire prothalliën voorstelden, dan wel jonge archegoniën.

Vijftien jaar later (*Bot. Zeitung* 1873), kwam, geheel onverwachts, de Zwitsersche student FANKHAUSER met de mededeeling voor den dag, dat door hem kiemplantjes en prothalliën van *Lycopodium annotinum* gevonden waren; de laatsten beschreef hij als onderaardsch en van chlorophyl verstoken. Uit die mededeeling viel, ten hoogste, af te leiden, dat de Lycopodia inderdaad nog prothalliën kunnen vormen, hetgeen sommigen ten slotte reeds waren gaan betwijfelen, en bovendien, dat hunne antheridiën in het inwendige van het prothallium schijnen te ontstaan.

FANKHAUSER's pogingen om nu ook, door uitzaaiing der sporen, prothalliën van *Lycopodium annotinum* te kweeken, bleven zonder gevolg; na eene enkele celdeeling in de spore, hield hare verdere ontwikkeling geheel op.

Na FANKHAUSER slaagde niemand er meer in, prothalliën van eenige Lycopodiumsoort te vinden of te kweeken; misschien ontstond er zelfs eenig, zooals thans blijkt geheel ongegrond, scepticisme ten opzichte der juistheid zijner waarneming.

De eenige, die nog iets omtrent het prothallium eener Lycopodiumsoort heeft medegedeeld, is de Oostenrijksche botanist BECK. Deze berichtte in 1880 over uitzaaiproeven met sporen van *Lycopodium inundatum* en van *Lycopodium clavatum*. De sporen der laatste soort leefden na tweejarige cultuur nog wel, doch brachten het zelfs niet tot eene enkele celdeeling. Die der eerste soort vormden eironde lichaampjes zooals die, in 1858 door DE BARY verkregen; de grootsten, welke BECK waarnam, telden echter slechts tien cellen.

Vroeger had ik reeds getracht, door uitzaaiing van sporen van tropische Lycopodium's uit de Leidsche plantenkassen, prothalliën te kweeken, doch zonder het minste gevolg.

Sedert mijn verblijf te Buitenzorg, heb ik bij herhaling er naar gestreefd, Lycopodium-prothalliën te vinden; eindelijk is de verlangde uitkomst verkregen.

Thans kan ik verklaren, dat, in den loop van dit jaar, in de Buitenzorger *Annales* eene volledige beschrijving zal verschijnen der prothalliën van ten minste drie verschillende soorten van Lycopodium.

Hier mogen eenige hoofdzaken vermeld worden betreffende de prothalliën van *Lycopodium cernuum*, welke ik in het wild gevonden en later ook gekweekt heb; de gevondene en de gekweekte stadiën sluiten zich aan elkander aan, zoodat ik, in mijne latere uitvoerige behandeling, de geheele ontwikkelingsgeschiedenis, van de kieming der sporen af, zal kunnen beschrijven.

Het prothallium van *Lycopodium cernuum* is uiterst klein; in den regel bestaat het uit een meest vertikaal staand asje, bedekt met een kroontje van kleine, bladachtige, meer of minder gekrulde lobben. Het onderste gedeelte van het asje, wortelharen dragend, steekt *in* den bodem, en is niet zeer chlorophylhoudend; het bovenste gedeelte, met het kroontje van lobben, staat vrij boven de opppervlakte van

den grond en is sterk chlorophylhoudend. De geslachtsorganen der monoecische prothalliën staan ongeveer in een krans onder het kroontje van lobben; slechts bij uitzondering treft men ze op het basale gedeelte der lobben zelven aan.

De antheridiën gelijken op die der Marattiaceeën; de aanduiding, door FANKHAUSER vroeger gegeven, was dus juist. De archegoniën hebben den gewonen vorm, zoomede de gewone ontwikkelingswijze; hunne halzen zijn iets meer vooruitstekend dan bij de Marattiaceeën. Omtrent de jonge kiemplanten van *Lycopodium cernuum* zij hier alleen vermeld, dat zij, behalve andere bijzonderheden, de merkwaardigheid doen zien, geheel van een embryonairen wortel verstoken te zijn.

De prothalliën van *Lycopodium Phlegmaria*, *laxum* en vermoedelijk ook *nummularifolium*, gelijken in geen enkel opzicht op die van *Lycopodium cernuum*. Zij doen zich voor als dunne, witte, *in* het substraat kruipende strengen, welke in vorm en leefwijze aan schimmel-myceliën doen denken. Aan de toppen voortgroeiend en zich vertakkend, sterven zij aan de achtereinden af, op de wijze van rhizomen. Deze groeiwijze is tegelijk eene wijze van vermenigvuldiging. Bovendien worden aan eigenaardige haren eene soort van broedknoppen voortgebracht, welke zonder eenigen twijfel als vermeerderingsorganen dienst doen.

De geslachtsorganen, ten minste de archegoniën, worden bij voorkeur gevormd aan korte, knopvormige, zijtakken der myceliumachtige prothalliën.

De met groote inspanning verzamelde bouwstoffen voor verder onderzoek, thans in mijn bezit, zijn voldoende om eene volkomene studie dezer belangwekkende prothalliën mogelijk te maken.

— De Heer LORENTZ biedt voor de Verslagen en Mededeelingen aan eene verhandeling van den Heer V. A. JULIUS, getiteld: »Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnsels". Tot rapporteurs over dien arbeid benoemt de Voorzitter de Heeren LORENTZ en KORTEWEG.

— De Heer MULDER biedt een vervolg aan zijner vroegere onderzoekingen, getiteld: »Bijdrage tot de kennis van normaal cyaanzuur en afgeleiden."

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

BIJDRAGE

TOT DE

KENNIS VAN NORMAAL CYAANZUUR EN AFGELEIDEN,

DOOR

E. MULDER.

Vervolg *).

Een verzeepen bij *gewone* temperatuur zou wellicht kunnen leiden tot meer kennis van ruw product en aethylcyanaat. Daar n. cyanuurzuur aethyl een aanmerkelijk deel vormt van ruw product, zoo werden daarmede de noodige proeven genomen.

Verzeepingsproducten van n. cyanuurzuur aethyl met soda bij gewone temperatuur †). De verhouding was aanvankelijk die, gegeven door 6 Na OH en $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$ (0,305 gr. cyanuraat met sodaloog van 0,2 gr. natrium en 3 C.C. water). De betreffende stoffen werden gedaan in een glazen buis, deze toegesmolten en nu en dan geschud. Na eenigen tijd ontstond een geleiachtige massa, bestaande uit fijne naaldjes; het geheel was oplosbaar in 3 C.C. water, welke oplossing geen neêrslag gaf met 160 C.C. alkohol. Het vroeger meergemelde lichaam met eigenaardigen reuk wordt hierbij niet gevormd. Bij neutralisatie met zoutzuur zet zich een

*) *Versl. en Meded.* Afd. Natuurk. 2de Reeks, Deel XX, pag. 1 (verkort B. V).

†) B. V. 382.

krystallijne stof af, oplosbaar in sodaloog, welke oplossing door alkohol niet wordt neêrgeslagen. Wordt als verhouding genomen die van 3 Na OH op $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$ (0,292 gr. n. cyanuurzuur aethyl met sodaloog van 0,095 gr. natrium en 6 C.C. water), dan is de uitkomst genoegzaam dezelfde.

Een hoeveelheid van 1 gr. n. cyanuurzuur aethyl, verzeept met sodaloog in laatstgenoemde verhouding en daarna geneutraliseerd met zoutzuur, gaf een afzetsel (na drogen onder een exsiccator) van 0,837 gr.. Bij analyse gaf 0,3228 gr. dezer stof (niet nader gezuiverd) aan kooldioxyde 0,5434 gr. en water 0,1858 gr., op 100 gew.-d. overeenkomende met:

koolstof	45,9
waterstof	6,3.

Bij gloeien liet 0,4819 gr. terug aan onverbrandbare deelen 0,0064 gr., blijkbaar afkomstig van verontreinigingen. Tot nader onderzoek werd dit lichaam gemaakt door ruw product te verzeepen met soda bij gewone temperatuur (ruw product verondersteld te bestaan uit 40 gew.-d. alcohol en 60 gew.-d. aan $\alpha N C . O C_2 H_5$; overigens als bij de proef met n. cyanuurzuur aethyl).

Een hoeveelheid van 0,3206 gr. stof gaf 0,5314 gr. kooldioxyde en 0,1829 gr. water; van een andere bereiding gaf 0,3192 gr. aan stikstof 63,8 C.C. bij 762,99 mm. (gecorr.) en 19,3°. Op 100 gew.-d. komt dit overeen met:

		$C_3 N_3 H (C_2 H_5)_2 O_3$ vordert:
koolstof . . .	45,2	45,3
waterstof . . .	6,3	5,9
stikstof. . . .	23,0	22,7.

Het lichaam bezit een zure reactie. Het is weinig oplosbaar in alcohol, en zeer weinig in aether. Het smeltpunt is niet nauwkeurig te bepalen. Reeds bij ongeveer 147° vangt het aan met wat veranderd te worden, om meer bepaald aan te vangen met te smelten bij 152° en bij ongeveer 155° geheel te zijn gesmolten; bij 157° wordt de

vloeistof troebel, verhit tot 161° neemt dit eenigermate toe, om niet merkbaar te veranderen tot 191°; hierbij ontstaat een kleine hoeveelheid van een sublimaat.

De vraag is of het diaethylcyanuurzuur van HABICH en LIMPRICHT *) hiermede identisch is. Dit zuur schijnt nog al veel te worden beschouwd †) hetzelfde te zijn als het diaethylcyanuurzuur van WURTZ §), maar deze identiteit is niet bewezen; WURTZ toch geeft van zijn lichaam behalve de formule slechts zeer weinig van den krystalvorm en niets meer. PONOMAREFF **) maakt melding van een diaethylcyanuurzuur, verkregen door n. cyanuurzuur aethyl te verhitten met een waterige oplossing van baryt, dat isomeer zou zijn met dat van HABICH en LIMPRICHT, en te beschouwen als diaethyl*iso*cyanuurzuur dus als; 3 CO . 2 NC_2H_5 . NH. Van dezen laatsten arbeid is mij tot dusverre alleen bekend een kort uittreksel. Als smeltpunt geven HABICH en LIMPRICHT voor hun diaethylcyanuurzuur 173°; deze scheikundigen deden slechts een koolstof- en een waterstofbepaling, terwijl het niet duidelijk schijnt, op welke wijze zij hun diaethylcyanuurzuur hebben gezuiverd van tevens gevormd isocyanuurzuur. Naar HABICH en LIMPRICHT geeft hun diaethylcyanuurzuur de reactie (van isocyanuurzuur) met een cuprizout en ammoniak, niet het geval met ons diaethylcyanuurzuur, waarvan daarenboven het smeltpunt zeer afwijkt. Ons diaethylcyanuurzuur, betrekkelijk weinig oplosbaar in water, *addeert geen broom*. Hieruit zou men als waarschijnlijk kunnen afleiden, dat er geen dubbelbinding van koolstofatomen in voorkomt; het additievermogen zou evenwel een weinig verzwakt kunnen wezen (terwijl reeds van n. cyanuurzuur aethyl dit vermogen zwak is) en zich bij gewone temperatuur niet meer vertoonen. Verzeeping scheen ook hier aangewezen. Er werd verzeept met sodaloog en wel 0,3 gr. diaethylcya-

---

*) *Ann. Chem. Pharm.* 109, 112.

†) Zie bijv. *Handb. der Org. Chem.* VON BEILSTEIN (1881) S. 694.

§) *Ann. de Ch. et de Phys.* [3] 2, 120.

**) *Bull. Soc. Chem.* T. 41, 315.

nuurzuur met loog van 0,2 g. natrium en 6 C.C. water bij 80° gedurende 17 uur (in een platinabuis, zie vroeger). De uitkomst was een weinig gekleurde vloeistof, na filtratie genoegzaam kleurloos, met alkohol een geelachtig neêrslag gevende en bij neutralisatie een lichaam afzettende (ongeveer 0,1 gr.) in eigenschappen overeenkomende met isocyanuurzuur. Gaat men uit van n. cyanuurzuur aethyl (in den grond op hetzelfde neêrkomende) en verhit dit als boven met sodaloog korten tijd, dan zet zich bij neutralisatie *niet* af isocyanuurzuur, *tenzij vele uren wordt verwarmd;* overigens was de vloeistof als bij de vorige proef eenigermate gekleurd. Een glazen staaf met zoutzuur deed een nevel ontstaan; een lichaam met *doordringenden reuk* werd ook onder deze omstandigheden *niet* gevormd. Zeer in 't voorbijgaan worde medegedeeld, dat na verzeepen van n. cyanuurzuur aethyl met sodaloog, bij gewone temperatuur, na toevoegen van eenig zilvernitraat, het ontstane zilveroxyde bij schudden geeft een kleurloos geleiachtige verbinding.

Uit het medegedeelde volgt als waarschijnlijk, dat het diaethylcyanuurzuur, ontstaan door verzeepen met sodaloog bij gewone temperatuur, van n. cyanuurzuur aethyl is: $N_3C_3 . 2\,OC_2H_5 . OH$ of $N_2C_2 . 2\,OC_2H_5 . CO . NH$, maar dit zal later nader worden nagegaan.

VERZEEPEN VAN RUW PRODUCT MET SODALOOG. Ruw product werd geschud met sodaloog in een toegesmolten buis in de verhouding van 1 gr. ruw product en sodaloog van 0,4 gr. natrium in 12 C.C. water. Ter geheele verzeeping werd veel meer tijd vereischt dan het geval is met n. cyanuurzuur onder overigens gelijke omstandigheden. Na verzeepen gaf een kleine hoeveelheid, gedaan in een reageerbuis, met een met zoutzuur bevochtigde glazen staaf een nevel. Zelfs na lang staan en schudden bleef de vloeistof een weinig troebel door niet verzeept product. Met zilvernitraat werd het zilveroxyde bij schudden spoedig tot een kleurlooze verbinding omgezet.

In gemelde verhouding (veelal werden genomen 6. C.C. water) werd getracht de verhouding te naderen van 3 Na

OH op N_3C_3 . 3 OC_2H_5, aethylcyanaat gedacht als cyanuraat, alkoholgehalte afgetrokken.

Verbindingen gevormd bij verzeepen. Deze zijn:

Natriumcarbonaat. Na verzeepen op de wijze zoo even medegedeeld, waartoe eenige dagen worden gevorderd, en toevoegen van ongeveer 7 C.C. abs. alkohol (na aanvankelijk te hebben gefiltreerd), werd natriumcarbonaat afgezet. Van 2 gr. ruw product bedroeg dit 0,582 gr.. Bij een andere proef werd slechts ten deele verzeept (zie later) en van 8 gr. ruw product eener zelfde bereiding erlangd 0,883 gr., dus betrekkelijk veel minder.

Dit natriumcarbonaat zou afkomstig kunnen zijn van n. aethylcyanaat NC . OC_2H_5, maar nog is niet voldoende aangetoond, dat in ruw product niet bevat zijn aethylurethaan NH_2 . CO . OC_2H_5 en aethylcarbonaat: CO . 2 OC_2H_5. Ten einde dit eenigermate na te gaan werden met broomcyaan, alkohol en aether alle bewerkingen gedaan als bij de bereiding van ruw product, alleen werd geen natrium bijgevoegd. De uitkomst der proef was, dat uiterst weinig van eenig gekleurd product terug bleef (zie later).

Diaethylcyanuurzuur. Bij verzeepen van ruw product met sodaloog bij gewone temperatuur en neutralisatie met zoutzuur (of azijnzuur enz.), wordt afgezet een diaethylcyanuurzuur, te beschouwen als: N_2C_2 2 OC_2H_5.CO.NH of N_3C_3.2 OC_2H_5.OH. Bij *gedeeltelijk* verzeepen, naar de methode vroeger medegedeeld, werd van 24 gr. ruw product afgezet 2,19 gr.. Bij genoegzaam verzeepen gaf in een andere proef 12 gr. ruw product aan afzetsel 1,5 gr., dus betrekkelijk wat meer. Nog werden 24 gr. ruw product eerst geplaatst onder een exsiccator en na verdampen van den alcohol op dezelfde wijze behandeld; afgezet werden 2,32 gr. diaethylcyanuurzuur (deze bepaling zou het weder minder waarschijnlijk maken, dat bij het uittreden van den alcohol uit ruw product polymerisatie intreedt van n. aethylcyanaat). Vroeger werd medegedeeld, dat 1 gr. n. cyanuurzuur aethyl bij verzeepen onder genoegzaam dezelfde omstandigheden gaf 0,837 gr. aan diaethylcyanuurzuur. Hieruit volgt tevens, dat de oplosbaarheid in water betrekkelijk gering is, zooals dan

ook bleek bij gedeeltelijk indampen der moederloog uitgaande van ruw product.

VLOEIBAAR PRODUCT BIJ GEDEELTELIJK VERZEEPEN. Bij verzeepen van ruw product met sodaloog naar de wijze vroeger medegedeeld, wordt dit eerst omgezet in een zwaardere vloeistof, zich op den bodem verzamelende bij staan, en later een ligtere vloeistof afgezet op de oppervlakte. De glazen buis was dun uitgetrokken voor een deel, ten einde dit laatste product beter te kunnen verzamelen. Het bleek toch nog in water onder te zinken. Van 2 gr. ruw product werd erlangd 0,66 gr., bij staan onder een exsiccator herleid tot 0,22 gr.. Het terugblijvende, dat vast was, verhield zich als n. cyanuurzuur aethyl. Bij een tweede proef werd van 24 gr. ruw product verkregen 2,2 gr. der ligtere vloeistof (en werd als bij de vorige proef verzeept tot deze zich had gevormd). Het product heeft niet den aetherischen reuk van ruw product (of dit na staan). Een kleine hoeveelheid, gedaan in een reageerbuis, gaf een nevel (ook na herhaald wasschen met water).

Na een paar dagen te hebben gestaan in een buisje onder een exsiccator, werd geanalyseerd.

Een hoeveelheid van 0,4505 gr. gaf 0,8125 kooldioxyde en 0,3278 gr. water;

van 0,4288 gr. werden erlangd aan stikstof 38 C.C. bij $14{,}5^0$ en $767{,}3^{mm.}$ bar. (gecorr.). Op 100 gew.-d. overeenkomende met:

koolstof	49,2
waterstof	8,0
stikstof.	10,5

Deze uitkomst doet denken aan aanwezigheid van aethylcarbonaat: $CO . 2 OC_2 H_5$; in ieder geval scheen het zeer wenschelijk dit na te gaan. Daartoe diene het volgende.

Bij het maken van ruw product werd een betrekkelijk geringe overmaat genomen van broomcyaan. Dit lichaam toch zou tot vele nevenreacties aanleiding kunnen geven, als tot het doen ontstaan van $CO . 2 OC_2 H_5$, $NH_2 . CO$.

OC_2H_5, C_2H_5Br, NH_3 . HBr enz.. Om dit na te gaan werden 19 gr. broomcyaan opgelost in aether, hierbij alkohol gedaan en in 't geheel te werk gegaan als bij het maken van ruw product, maar werd geen natrium genomen. Na verdampen van aether en alkohol bleef slechts 0,3 gr. terug van een donker gekleurde vloeistof. De storende invloed van broomcyaan bij het maken van ruw product schijnt dus zoo goed als niet te bestaan.

Terugkeerende tot het uitgangspunt, de laatste verzeepingsproef werd herhaald met ruw product *na staan*. Thans bleef bij gedeeltelijk verzeepen als vroeger betrekkelijk veel minder terug van de ligtere vloeistof, en wel zoo weinig, dat aan een nader onderzoek wel niet viel te denken. Dit onderzoek zou dan ook weinig licht doen opgaan, in zooverre als alkohol een goed deel dezer vloeistof schijnt uit te maken, en nevenprodukten slechts een zeer ondergeschikt deel er van zullen vormen.

Aminen. N. cyanuurzuur aethyl geeft bij verzeepen met sodaloog onder meer gemelde omstandigheden, geen ammoniak noch amine. Daarentegen geeft ruw product of dit na ontstaan en uitkrystallisatie van amido-verbinding ammoniak of amine, terwijl de tamelijk doordringende reuk eenigermate doet denken aan een carbylamine; bij neutralisatie bijv. met zoutzuur schijnt deze niet te verminderen, Bij inwerking van broomcyaan op een alkoholische oplossing van potassa vertoont zich deze eigenaardige reuk eveneens, en tevens bij ontleding van $NH_2 . CS . O C_2H_5$ in water met mercurioxyde.

Wordt ruw product verzeept onder verwarming bij 80^0 in een toegesmolten buis, dan wordt de massa ten deele vast, en vertoont zich bij openen de meergemelde kenmerkende reuk.

Het vervolg zal later worden medegedeeld.

Verzeepen bij gewone temperatuur met potassa in alkohol. Een hoeveelheid van 6 gr. ruw product en 3 gr. kaliumhydroxyde in 36 C.C. alkohol (gewone absol.) gaf bij gewone temperatuur in een toegesmolten buis langzamerhand een afzetsel, bedragende ongeveer 0,3 gr., dus afkomstig

van 3,6 gr. ruw product na aftrek van alkoholgehalte. Met ammoniumsulfaat scheen het geen ureum te vormen (een vergelijkende proef werd gedaan met kaliumcyanaat onder genoegzaam dezelfde omstandigheden). N. cyanuurzuur aethyl geeft onder deze omstandigheden zeer weinig van eenig neêrslag. Nog zou kunnen toegevoegd worden, dat de moederloog van het afzetsel bij koken met staanden afkoeler slechts zeer weinig afzet (naar ARTH *) kan $NH_2 . CO_2 . OC_2 H_5$ met potassa in alkohol geven OCNK). Gemeld afzetsel geeft eerst na toevoeging van zoutzuur de reactie op ammoniak met de vloeistof van NESSLER onder vrijkomen van kooldioxyde, zooals kaliumcyanaat. De waterige oplossing geeft een overvloedig neêrslag met baryumnitraat (niet het geval met kaliumcyanaat). Ook dit onderzoek zal worden voortgezet.

N. cyanuurzuur aethyl en chloorwaterstof. Reeds vroeger †) werd medegedeeld, dat dit cyanuraat chloorwatestof opneemt, terwijl 0,349 gr. bij een proef in gewicht vermeerderde tot 0,445 gr. Ten einde het cyannaat beter te kunnen verzadigen met dit gas, werd het opgelost in aether (zuiver). Bij doorleiden zetten zich weldra kristallen af (van additieproduct). Na staan onder een exsiccator bleek, dat 1,043 gr. cyanuraat was vermeerderd tot 1,335 gr.. In het eerste geval zou dan 21,5 p. c. aan chloorwaterstof zijn opgenomen en in het andere 21,8 p. c., zoodat het nemen van aether niet veel had gebaat. Daarom werd n. cyanuurzuur aethyl aanvankelijk gesmolten en alzoo gehouden, en eerst toen chloorwaterstof doorgeleid; 0,914 gr. cyanuraat was vermeerderd tot 1,097 gr.. Het bleek evenwel, dat bij gewone temperatuur het additieproduct langzaam wordt ontleed, en daar het geheel minder bedraagt in gewicht dan de oorspronkelijke stof, trad blijkbaar $C_2 H_5 Cl$ uit. Zoo werd de 1,043 gr. cyanuraat na eerst te zijn vermeerderd tot 1,335 bij staan gedurende vele dagen 0,867 gr., en de 0,914 gr.

---

*) *Bull. Soc. Chim.* T. 41, 334 (1884).

†) Zie B. V, 400.

cyanuraat (zie boven) eerst 1,097 gr. en bij staan (onder een exsiccator) 0,807 gr..

Een hoeveelheid van 0,494 gr. cyanuraat werd opgelost in rookend zoutzuur en de oplossing geplaatst onder een exsiccator eerst met kalk, daarna met zwavelzuur, waarna het woog 0,305 gr.. Alzoo waren 100 gew.-d. der oorspronkelijke hoeveelheid stof herleid tot 61,7 gew.-d., de omzetting van $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$ in $3 CO . 3 NH$ eischt 60 gew.-d., het product vertoont dan ook de reacties van isocyanuurzuur. Ruw product, op dezelfde wijze behandeld, liet betrekkelijk meer terug, en wel werden 2 gr. herleid tot 0,862 gr., of alkoholgehalte afgetrokken lieten 1,2 gr. terug 0,862 gr.. Ook dit zal worden vervolgd.

N. cyanuurzuur aethyl in waterige oplossing, met een waterige oplossing van chloorwaterstof in de verhouding van HCl, 2 HCl, 3 HCl (en 6 HCl) op $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$, werd ontleed en gevormd isocyanuurzuur (in oplossing bleek, met 2 HCl meer bepaald nagegaan, nog te zijn van het oorspronkelijke cyanuraat). Soms zetten zich bij staan der oplossing onder een exsiccator betrekkelijk groote krystallen af. Opgelost in sodaloog ontstaat met alkohol een geleiachtig neêrslag, met cupri-sulphaat en ammoniak tevens de reactie gevende als isocyanuurzuur, en als dit effloresceerende onder een exsiccator.

Een weinig ruw product in een reageerbuis deed, met een glazen staaf bevochtigd met zoutzuur, een nevel ontstaan, niet het geval met het product eener bereiding van ruw product *na staan* (en uit krystallisatie van amido-verbinding).

Product na staan nader. Verhit bij 35^0—40^0 verhield zich ruw product na staan (en uit krystallisatie van amidoverbinding) niet als vroeger *) het geval was met het lichaam van Cloëz (welke proef trouwens slechts eenmaal was gedaan). Soms vormt zich bij staan van ruw product onder een exsiccator een aanslag (vervluchtigt aan de lucht), in den regel echter niet het geval.

---

*) Bv.

Verbindingen met sublimaat ontleed. Als vervolg op de proeven vroeger *) medegedeeld strekke, dat na ontleding der betreffende verbindingen met natriumcarbonaat, en wegen van het terugblijvende van het filtraat onder een exsiccator verkregen werd van:

a. 0,5851 gr. (afkomstig van n. cyanuurzuur aethyl).
b. 0,4172 »
c. 0,434 »
d. 0,3938 »
e. 0,494 »

} heeft betrekking op ruw product, ruw product na staan en lichaam van Cloëz.

Na behandeling van dit met abs. alkohol (ieder met 20 C.C.), filtratie en verdampen onder een exsiccator bleef terug van:

a. 0,2668 gr.
b. 0,19 »
c. 0,1955 »
d. 0,1701 »
e. 0,2292 »

De producten vertoonden de reacties van n. cyanuurzuur aethyl.

N. monamidecyanuurzuur aethyl †). Een zeer verdunde waterige oplossing van ammoniak met n. cyanuurzuur aethyl in een gesloten buis ($3\,NH_3$ op $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5$) werd bij gewone temperatuur omgezet tot genoemde verbinding; lettende op den krystalvorm schijnt aanvankelijk nog een andere verbinding te ontstaan. Alhoewel de formule $N_3C_3 . 2\,OC_2H_2 . NH_2$ wel de meeste waarschijnlijkheid bezit, is toch die van: $N_2C_2 . 2\,OC_2H_5, NH . CNH$ voor het oogenblik niet buitengesloten.

De voorgaande onderzoekingen leiden tot deze uitkomsten:

1. N. cyanuurzuur aethyl geeft verzeept *bij gewone temperatuur* met sodaloog een diaethylcyannurzuur, dat niet

*) B. V, 388.
†) B. V, 398.

onwaarschijnlijk tot formule heeft: $N_3C_3 . 2 OC_2H_5 . OH$ of $N_2C_2 . 2 OC_2H_5 . CO . NH$; hetzelfde geldt van ruw product.

2. Bij verzeepen van ruw product bij gewone temperatuur met sodaloog ontstaat daarenboven natriumcarbonaat.

3. Wordt ruw product, bij gewone temperatuur verzeept, met potassa opgelost in absoluten alkohol, dan schijnt geen kaliumisocyanaat gevormd te worden, tenzij in uiterst geringe hoeveelheid.

4. Sterk en verdund zoutzuur verzeepen bij gewone temperatuur n. cyanuurzuur aethyl tot isocyanuurzuur.

5. N. cyanuurzuur aethyl addeert chloorwaterstof tot een weinig bestendige verbinding, die reeds bij gewone temperatnur langzaam wordt ontleed.

Onderzoekingen met betrekking tot normaal cyaanzure en cyanuurzure esters en afgeleiden zullen worden voortgezet.

Utrecht, 28 Juni 1884.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 27 September 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, BEHRENS, KORTEWEG, MAC GILLAVRY, LORENTZ, HUBRECHT, HOEK, MICHAËLIS, BAEHR, MULDER, BEYERINCK, HOFFMANN, KOSTER, HEYNSIUS, BOSSCHA, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, VAN DIESEN, J. A. C. OUDEMANS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, SURINGAR, STOKVIS, DE VRIES, DONDERS, RIJKE, RAUWENHOFF, DIBBITS, A. C. OUDEMANS JR., PLACE, VON BAUMHAUER, ZEEMAN en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Afwezig met kennisgeving de Heer GUNNING.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 19 Juli, 27 Augustus 1884; 2°. A. J. ENSCHEDE, Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 30 Juli 1884; 3°. E. H. VON BAUMHAUER, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der wetenschappen te Haarlem, 30 Juli 1884; 4°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator der Bibliotheek van TEYLER's Stichting te Haarlem, 9 Augustus 1884; 5°.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Directeur van de Sterrewacht te Leiden, Augustus 1884; 6°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 29 Juli 1884; 7°. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, 4 September 1884; 8°. VAN NAAMEN VAN EEMNES, Secretaris der Overijsselsche Vereeniging tot ontwikkeling van provinciale welvaat te Zwolle, 11 Augustus 1884; 9°. DEN BEER POORTUGAEL, Gouverneur der Koninklijke Militaire Akademie te Breda, 5 September 1884; 10°. J. E. ALBRECHT, Bibliothecaris van het Bataviaasch Genootschap der kunsten en wetenschappen te Batavia, 3 Mei 1884; 11°. TREUB, Directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, 25 Juni 1884; 12°. D. STUR, Directeur der k. k. Geologische Reichsanstalt te Weenen, 23 Juli 1884; 13°. AUWER, Bibliothecaris der k. bayr. Akademie der Wissenschaften te Munchen, 14 Mei 1884; 14°. F. E. KOCH, Secretaris van het Verein der Freunde der Naturwissenschaften in Mecklenburg te Gustrow, Juli 1884; 15°. den Directeur der Grossherzogliche Sternwarte te Karlsruhe, 1 Augustus 1884; 16°. D. STRICKER, Bibliothecaris der Dr. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft te Frankfort a/M., 15 Augustus 1884; 17°. H. KAPP, Bibliothecaris der kais. Universitäts-Bibliothek te Dorpat, 14 Augustus 1884; 18°. J. C. WILSEN, Bibliothecaris van het U. S. Naval Observatory te Washington, 4 Augustus 1884; 19°. J. C. PILLING, Chef der U. S. Geological Survey te Washington, 6 Augustus 1884; 20°. J. P. LESLEY, Bibliothecaris der American Philosophical Society te Philadelphia, 1884; 21°. E. C. PICKERING, Directeur van Harward College Observatory te Cambridge U. S., 19 Juli 1884; 22°. W. MACLEAY, Secretaris der Linnean Society of N. S. W. te Sydney, 23 Juli 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden; 1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 21 Juli, 14, 25 Augustus, 6 September 1884; 2°. den Commissaris des Konings in de provincie

Friesland te Leeuwarden, 3 Juli 1884; 3°. J. F. W. Conrad, 's Gravenhage, 4 Augustus 1884; 4°. H. D. H. Bosboom en J. J. A Muller, Utrecht, 17 Juli 1884; 5°. Buys Ballot, Directeur van het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut te Utrecht, 8 September 1884; 6°.. R. D. M. Verbeek, Buitenzorg, 7 Augustus 1884; 7°.J. A. Goaley, Undersecretary of State for India te Londen, 10 Juli 1884; 8°. E. E. Bond, Bibliothecaris van het British Museum te Londen, 24 Juli 1884; 9°. W. H. M. Christie, Directeur van het Royal Observatory te Greenwich, 1884; den Directeur van het Institut Royal Géologique de Hongrie te Budapest, 22 Maart 1884; 11°. A. Auwers, Secretaris der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften te Berlijn, Mei 1884; 12°. Fischer, Bibliothecaris der kön. Oeffentliche Bibliothek te Stuttgart, 7 Juli 1884; 13°. G. Bizio, Secretaris van het R. Instituto Veneto di scienze, lettere ed arti te Venetië, 16 Juli 1884; 14°. E. C. Pickering, Directeur van Harvard College Observatory te Cambridge, U. S., 19 Juli 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. het bericht van het overlijden van wijlen het rustend lid der Akademie, den Heer J. W. L. van Oordt. De Voorzitter brengt hulde aan de nagedachtenis van den overledene en geeft kennis dat de Afdeeling schriftelijk van hare deelneming in het verlies aan de familie heeft doen blijken; 2°. een schrijven van het correspondeerend lid der Akademie, den Heer Verbeek, ter begeleiding van het 1ste stuk van zijn werk over Krakatau, uitgegeven op last van het Ministerie van Koloniën; 3°. een brief van den Heer Sluiter, waarin hij dank zegt voor zijne benoeming tot correspondeerend lid.

— De Heeren Lorentz en Korteweg oordeelen gunstig over den arbeid van den Heer V. A. Julius, getiteld: »Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnselen" en stellen voor, dien in de werken der Akademie op te nemen. Zij wenschen echter den schrijver de gelegenheid gegeven te zien

om enkele — nader door hen aangegeven — paragrafen te bekorten, wat, zonder aan de duidelijkheid te schaden, geschieden kan. In dien zin wordt door de Afdeeling besloten.

— De Heer SCHOLS spreekt over *Conforme kaartprojectiën*. In zijne *Studiën over kaartprojectiën* (Nieuw Archief voor Wiskunde, Deel VIII) heeft hij nagegaan aan welke voorwaarden voldaan moet worden om de afwijkingen in de kaartprojectie zoo gering mogelijk te maken. Behalve dat de kaartprojectie een centraal punt moet bezitten, dat men met een willekeurig punt van het terrein moet kunnen doen samenvallen, moet men bij eene symetrische projectie over het derde differentiaal-quotiënt van de abscis x ten opzichte van de lengte λ naar willekeur kunnen beschikken, om hierdoor de projectie zoo goed mogelijk aan den vorm van het terrein te kunnen aansluiten.

Onder de algemeene projectiën, die in de handboeken over kaartprojectiën, zooals b. v. LITTROW, *Chorographie*, GERMAIN, *Traité des Projections des Cartes Géographiques*, GRETSCHEL, *Lehrbuch der Karten-Projektion*, behandeld worden, treft men slechts eene aan, de zoogenaamde cirkelprojectie van LAGRANGE, die aan deze voorwaarden voldoet. De overige projectiën, die men behandeld vindt, zijn voor het grootste gedeelte slechts bijzondere gevallen daarvan. In zijne *Studiën over kaartprojectiën* heeft spreker daaraan een tweetal projectiën toegevoegd; bij de eene worden de meridianen en parallellen voorgesteld door homofocale ellipsen en hyperbolen, terwijl de tweede steunt op de eenvoudige formules $X = p_1 \lambda + p_3 \lambda^3$, $Y = q_0 + q_2 \lambda^2$; hij verkreeg daardoor voor ieder terrein van willekeurigen vorm drie verschillende projectiën, die ieder, wat de waarde van de vergrooting betreft, dezelfde voordeelen opleveren.

Thans heeft hij zich de vraag gesteld, welke van die projectiën in een bepaald geval de voorkeur verdient. Daartoe was het noodig de verdere eigenschappen der projectiën na te gaan, en wel in hoeverre of deze projectiën geschikt geacht konden worden om de op het terrein verrichte driehoeksmetingen in de kaartprojectie te kunnen berekenen.

Hiertoe is het noodig dat de vergrooting voor een bepaald punt en de correctiën, die aan de lengte van een lijn of de grootte van een hoek bij den overgang van het aardoppervlak in de projectie moeten worden aangebracht, zich door eenvoudige formules laten berekenen. Daar de laatstgenoemde correctiën afgeleid kunnen worden uit de formule voor de logarithme van de vergrooting, en de vergrooting natuurlijk door middel van logarithmen berekend wordt, zoo was het in de eerste plaats noodig de formule voor die logarithme te ontwikkelen.

Voor het geval van de bolvormige aarde vindt men voor die logarithme tot op grootheden van de 5de orde na:

$$Nep\ log\ m = \frac{1+P}{4NR}X^2 + \frac{1-P}{4NR}Y^2 - \frac{1}{2}KX^2Y + \frac{1}{6}KY^3 +$$

$$+\frac{1}{24}\left(L-\frac{3+4P}{4N^2R^2}\right)X^4 - \frac{1}{4}\left(L+\frac{1}{4N^2R^2}\right)X^2Y^2 + \frac{1}{24}\left(L-\frac{3-4P}{4N^2R^2}\right)Y^4$$

waarin P, K en L afhangen respectievelijk van:

$$\left(\frac{d^3X}{d\lambda^3}\right)_0 \quad \left(\frac{d^4Y}{d\lambda^4}\right)_0 \text{ en } \left(\frac{d^5X}{d\lambda^5}\right)_0$$

[Voor den bol zijn N en R beiden gelijk aan den straal. De waarden van N en R zijn in de formule behouden om straks den overgang tot de spheroïde gemakkelijker te maken].

De coëfficient P, voorkomende in de twee termen van de tweede orde, wordt bepaald in verband met den vorm van het terrein, op de wijze als in spreker's meer genoemde *Studiën over kaartprojectiën* is aangewezen; zoodat deze grootheid bij een bepaald terrein als gegeven moet beschouwd worden. De termen van de tweede orde zijn dus bij al de hier onderling te vergelijken projectiën dezelfde; niet alzoo wat betreft de termen van de derde en vierde orde. De beide termen van de derde orde, die bij een terrein van de grootte als Nederland niet verwaarloosd kunnen worden, kunnen gelijktijdig wegvallen, wanneer de coëfficient K gelijk

nul wordt, waardoor alsdan bovenstaande formule en al de daaruit afgeleide formules aanmerkelijk eenvoudiger worden. De termen van de vierde orde kunnen nooit geheel wegvallen, ook al kan men naar willekeur over de grootheid L beschikken. Men zal daardoor alleen kunnen verkrijgen, óf dat de invloed van die termen zoo gering mogelijk is, óf dat hun invloed zich zoo gemakkelijk mogelijk laat berekenen.

Die projectie zal dus in het algemeen de voorkeur verdienen, waarbij K gelijk is aan nul (of eene zeer geringe waarde verkrijgt), terwijl men, wat de grootheid L betreft, in ieder bijzonder geval dient te onderzoeken welke waarde van die grootheid de meeste voordeelen oplevert. In het algemeen zij hier echter opgemerkt, dat indien L gelijk is aan nul of eene kleine waarde verkrijgt bij een terrein van de grootte als Nederland, de termen van de vierde orde een zoo geringe waarde verkrijgen, dat zij verwaarloosd kunnen worden.

Wat nu de grootheid K betreft, daarvoor vindt men bij de cirkelprojectie van LAGRANGE de waarde:

$$K = -P\frac{tang\,\varphi}{N^2 R}$$

bij die met homofocale ellipsen en hyperbolen als meridianen en parallellen:

$$K = -\frac{3+5P}{2N^2 R}\,tang\,\varphi$$

en bij de derde van de bovengenoemde projectiën:

$$K = -\frac{2+3P}{N^2 R}\,tang\,\varphi + \frac{1}{N^3}\,tang^3\,\varphi$$

waaruit blijkt, dat bij ieder van deze projectiën slechts voor eene bepaalde waarde van P de termen in K werkelijk wegvallen en wel bij de eerste voor $P = 0$, bij de tweede voor $P = -\frac{3}{5}$ en bij de derde voor $P = \frac{1}{3}\,tg.^2\,\varphi - \frac{2}{3}$.

Geen van de drie projectiën geeft dus voor eene willekeurige waarde van P de gewenschte eenvoudige formules, die voortvloeien uit de voorwaarde: $K = 0$. Uit de laatste projectie kan men echter gemakkelijk eene andere afleiden, waarbij dit wel het geval is, door namelijk aan de formule voor Y een term van den vorm $q_4 \lambda^4$ toe te voegen. Voegt men ook aan de formule voor X een term toe van den vorm $p_5 \lambda^5$, dan kan men ook over de waarde van L naar willekeur beschikken; zoodat eene projectie volgens de formules:

$$X = p_1 \lambda + p_3 \lambda^3 + p_5 \lambda^5 \qquad Y = q_0 + q_2 \lambda^2 + q_4 \lambda^4$$

voor ieder terrein van niet te groote uitgebreidheid, behalve de geringste afwijking in de vergrooting, tevens de eenvoudigste formules voor de verschillende bovengenoemde correctiën oplevert.

Past men het hier ontwikkelde toe op de kaart van Nederland, dan moet men, volgens § 23 van meergenoemde *Studiën over kaartprojectiën*, voor P de waarde nul nemen; waaruit volgt, dat, behalve bij de laatst voorgestelde projectie, ook bij de cirkelprojectie van LAGRANGE de termen met K wegvallen, zoodat in dit bijzondere geval ook deze projectie, welke hier overgaat in de stereographische projectie, aan te bevelen is. Opmerking verdient nog, dat in dit geval ook de waarde van L gelijk aan nul wordt.

Ten einde eenig denkbeeld te geven van de waarden, die de termen van de derde en van de vierde orde kunnen verkrijgen, zij hier opgemerkt, dat bij de projectie met homofocale ellipsen en hyperbolen als meridianen en parallellen, die in dit geval van de genoemde projectiën de minst gunstige zou zijn, die termen in de logarithme van de vergrooting zouden opklimmen tot 26,4 en 1,7 eenheden van de zevende decimaal en in de correctiën van de hoeken van een driehoek met zijden van 64 K.M. tot 0″,707 en 0″,059.

Tot hiertoe is de aarde als een bol beschouwd. Neemt men de afplatting der aarde in aanmerking, dan zijn de factoren K in de termen van de derde orde niet meer aan

elkaar gelijk, maar hebben een klein verschil, dat gelijk is aan $4\frac{e^2}{1-e^2}\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{N^2R}$ en tengevolge waarvan beide termen niet gelijktijdig kunnen wegvallen. Blijft men in den term met X^2Y de coëfficiënt door K voorstellen, dan moet men in den term met Y^3, K vervangen door $K-4\frac{e^2}{1-e^2}\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{N^2R}$. Ook in de termen van de vierde orde bestaan er tusschen de drie daarin voorkomende waarden van L dergelijke kleine verschillen, die hier echter wegens hunne geringe waarden buiten rekening kunnen blijven. Niet alzoo het verschil in de termen van de derde orde. Maakt men namelijk de grootheid K gelijk nul, zoo als dat werkelijk gedaan kan worden bij de projectie

$$X = p_1\lambda + p_3\lambda^3 + p_5\lambda^5 \qquad Y = q_0 + q_2\lambda^2 + q_4\lambda^4,$$

dan verkrijgen de termen van de derde orde, bij een terrein zooals Nederland, in de logarithme van de vergrooting eene waarde van 0,178 van de eenheid van de 7de. decimaal en in de correctie voor de hoeken bij een afstand van 64 K.M. 0″,0047. Maakt men $K = \frac{e^2}{1-e^2}\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{N^2R}$ dan worden deze waarden respectievelijk 0,133 en 0″,0036. In het laatste geval zijn die termen dus iets kleiner, waar echter tegenover staat dat, wanneer zij in rekening gebracht moeten worden, die berekening in het laatste geval iets omslagtiger is dan in het eerste geval. Dit in rekening brengen kan echter alleen voorkomen wanneer men bij een primair net de uiterste nauwkeurigheid verlangt, bij het secundaire net kunnen die termen altijd verwaarloosd worden.

Eene andere vraag, die zich hier voordoet, is deze. Wanneer men bij de toepassing op de kaart van Nederland de aarde als een ellipsoïde beschouwt, dan kan men de stereographische projectie niet meer toepassen, maar moet daarvoor een bijzonder geval van de LAGRANGE-projectie nemen; welk bijzonder geval moet men dan kiezen? Neemt men P gelijk nul, dan wordt de coëfficiënt c, die bij die projectie

voorkomt, niet juist gelijk aan de eenheid (zie § 32 van spreker's *Studiën over kaartprojectiën*) ten gevolge waarvan de formules voor de berekening van de coördinaten uit de geographische lengten en breedten samengestelder worden, dan wanneer men c juist gelijk aan de eenheid neemt. In dit laatste geval wordt echter P niet juist gelijk aan nul, maar gelijk aan: $-\frac{e^2}{1-e^2}\frac{R}{N}\cos^2\varphi$, tengevolge waarvan de formules voor de berekening van de vergrooting en van de correctiën voor de hoeken iets, hoewel niet veel, omslagtiger worden. Op de termen van de derde orde hebben deze twee gevallen juist denzelfden invloed als de twee hierboven beschouwde waarden van K; want voor $P=0$ wordt $K=0$ en voor $c=1$ wordt:

$$K=-P\frac{tang\,\varphi}{N^2R}=\frac{e^2}{1-e^2}\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{N^3}$$

dat is op zeer weinig na de tweede van de boven beschouwde waarden van K.

Beide stelsels $P=0$ en $c=1$ hebben dus hunne voor- en nadeelen. Spreker meent echter dat, met het oog op de grootere eenvoudigheid van de formules, voor de berekening van de coördinaten het laatste stelsel de voorkeur verdient, vooral in het geval, dat men de geringe waarde van de termen van de derde orde kan verwaarlozen.

In dit laatste geval, dus voor $c=1$ en bij een graad van nauwkeurigheid zooals die bij de nauwkeurigste secundaire driehoeksmetingen in acht genomen wordt, vindt men voor het geval van Nederland de volgende eenvoudige formules:

$$Nep\ log\ m=\frac{1-P}{4NR}Y^2+\frac{1+P}{4NR}X^2$$

$$Nep\ log\ S=log\frac{s}{m}-\frac{1-P}{48NR}\eta^2-\frac{1+P}{48NR}\xi^2$$

$$\psi=\frac{1-P}{4NR}Y\xi-\frac{1+P}{4NR}X\eta$$

Voor het geval dat men $P = 0$ neemt, waardoor de coëfficiënt c gelijk wordt aan $\sqrt{1 + \frac{e^2}{1 - e^2} cos^4 \varphi}$ of voor het geval van de projectie:

$$X = p_1 \lambda + p_3 \lambda^3 + p_5 \lambda^5 \qquad Y = q_0 + q_2 \lambda^2 + q_4 \lambda^4$$

vindt men:

$$Nep\ log\ m = \frac{1}{4\,N\,R} Y^2 + \frac{1}{4\,N\,R} X^2$$

$$Nep\ log\ S = Nep\ log \frac{s}{m} - \frac{1}{48\,N\,R} \eta^2 - \frac{1}{48\,N\,R} \xi^2$$

$$\psi = \frac{1}{4\,N\,R} Y \xi - \frac{1}{4\,N\,R} X \eta$$

Waarin X en Y de arithmetische gemiddelden van de coördinaten der beide punten, ξ en η de verschillen van die coördinaten, S de lengte van de geodesische lijn op de aarde, s den afstand der beide punten op de kaart en ψ de correctie van het azimuth voorstellen.

Ten slotte staat spreker nog een oogenblik stil bij de niet symetrische projectiën. Bij de toepassing daarvan op de kaart van Nederland kan men de afwijking van de vergrooting, die bij de symetrische $\frac{1}{11275}$ste bedraagt, terugbrengen tot $\frac{1}{17500}$ste. Het is echter de vraag of de geringere afwijking in de vergrooting wel opweegt tegen de grootere samengesteldheid der formules. Spreker meent dat dit voor de kaart van Nederland niet het geval is, te meer daar de afwijking van $\frac{1}{11275}$ste in de vergrooting bij de symetrische projectie reeds zoo klein is, dat zij bij gewone metingen kan verwaarloosd worden. In andere gevallen, zooals bij eene kaart van Java of Sumatra, is dit niet meer het geval.

De spreker biedt ten slotte voor het verslag der zitting een resumé van zijne voordracht aan en maakt van die gelegenheid gebruik om eene fout te verbeteren, die in het verslag van zijne voordracht in de zitting van 29 September 1883 is ingeslopen, aldaar staat:

$$log\,[4] = 1{,}9254-10 \text{ en } log\,[5] = 1{,}6215-10$$

dit moet zijn:

$$log\,[4] = 5{,}5347-10 \text{ en } log\,[5] = 5{,}2308-10.$$

— De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN leest en licht toe eene bijdrage van den Heer VERBEEK, waarin getracht wordt den tijd te bepalen, waarop de grootste explosie van Krakatau op 27 Augustus 1883 heeft plaats gehad (10 u. 15 m.). De bijdrage wordt afgestaan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer BIERENS DE HAAN doet, als Voorzitter der HUYGENS-Commissie, mededeeling over den loop der werkzaamheden, aan deze toevertrouwd. Daaruit blijkt dat met het overschrijven en collationeeren der noodige bescheiden met ijver wordt voortgegaan.

De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN vult het gesprokene aan door te zeggen, dat hij, in de zomervacantie te Parijs vertoevende, de gelegenheid gehad heeft eenige oude notulen-boeken der Fransche Akademie te onderzoeken, en daarin, zooals hij vermoed had, talrijke wetenschappelijke mededeelingen, door HUYGENS aan dat lichaam gedaan, vond opgeteekend. Van alles, wat hem voor den arbeid der Commissie belangrijk genoeg toescheen, werd door den spreker een afschrift vervaardigd.

De Voorzitter verheugt zich over de voortvarendheid, waarvan de Commissie blijk geeft en dankt haar voor de vele diensten, tot hiertoe aan de goede zaak bewezen.

— Door den Heer VAN DIESEN wordt de aandacht der Vergadering gevestigd op eene schommeling, die in de Zuiderzee is waargenomen.

Was reeds lang, uit de getijlijnen van den mareograaf van Urk, gebleken dat bij die plaats herhaaldelijk schommelingen van de zee zich voordeden; in den nacht van den 17den op den 18den Mei van dit jaar vertoonde zoodanig verschijnsel zich op zes plaatsen, blijkens de bladen der mareografen, waarvan spreker doortrekken vertoont — daartoe in de gelegenheid gesteld door de welwillendheid van den ingenieur VERWEIJ, thans belast met den algemeenen dienst van den Waterstaat.

Die plaatsen, gerangschikt naar den tijd, waarop de schommeling aanving, zijn: Stavoren, Urk, Schokland, Nijkerk, Elburg en Kraggenburg.

Bij Stavoren was het begin en tevens de sterkste op- en neergang ongeveer op het tijdstip van hoogwater. Bij al de overige punten gebeurde het tijdens het wassen van het water.

Daar de waarneming van een enkel geval van het verschijnsel zich weinig leent tot het trekken van gevolgen omtrent oorsprong of oorzaak, bepaalt spreker zich tot de vermelding van het feit Hij doet alleen nog opmerken, dat de oorsprong niet in de Noordzee schijnt gezocht te moeten worden, daar de getijlijnen volgens de mareografen van den Helder en van Harlingen gedurende den tijd van het verschijnsel, zoo als blijkt uit de doortrekken, die hij mede laat zien, door effenheid uitmunten.

De getijlijn van Enkhuizen is wel oneffen, maar de schommeling van die der andere plaatsen is er niet aan weer te vinden.

De onderstaande tabel bevat een overzicht van de tijdstippen, den duur, het aantal schommelingen enz.

Plaats.	Tijdperk. Begin.	Einde	Duur.	Aantal schommelingen.	Gemidd. duur van een schommeling.	Grootste op en neergang. Hoogte.	Tijdstip.
	u.m.	u.m.	u.m.			M.	u.m.
Stavoren . . .	11.10 n.	6 v.	6.20	15	25′	0.10	0.12
Urk	12.50 v.	3 v.	2 10	11	12′	0 05	1.30
Schokland . .	1.30 v.	3 v.	1.30	23	4′	0.07	2.5
Nijkerk	2. v.	5.45v.	3.45	14	16′	0.10	2.30
Elburg	2.30 v.	7.30v.	5	11	27′	0.07	2.45
Kraggenburg.	2.40 v.	3.30v.	0.50	15	3′	0.07	2.35

— De Heer DE VRIES biedt voor de Bibliotheek der Akademie eene verhandeling aan van den Heer J. H. WAKKER, getiteld: »*Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen.*" Dit stuk vormt het eerste jaarverslag, door den Heer WAKKER uitgebracht aan de Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur te Haarlem: over het wetenschappelijk onderzoek naar de oorzaken der bedoelde ziekten, hem door genoemde Vereeniging opgedragen.

Spreker wijst er op, dat de groote verwoestingen, die vóór een drietal jaren door het toen geheel nieuwe geelziek der hyacinthen op de bloembollenvelden werden aangericht, en die zelfs de geheele cultuur met ondergang dreigden, aanleiding zijn geweest, dat de kweekers begonnen in te zien, dat, in de plaats der sints lang gevolgde empirische handelwijzen, een methode van bestrijding der ziekten moest treden, die op een grondige kennis van den aard en den loop der ziekten zelven berustte.

Op initiatief van den Voorzitter der Vereeniging, den Heer J. H. KRELAGE, werd toen besloten, deze ziekten wetenschappelijk te doen onderzoeken, en met dit onderzoek de Heer WAKKER belast.

Onder de tot nu toe verkregen uitkomsten, verdienen als van meer algemeen belang de volgende de aandacht.

De ziekten der hyacinthen worden door de meest uiteenloopende parasieten veroorzaakt: het ringziek door Nematoden (Tylenchus Hyacinthi), het zwartsnot door een fungus (Peziza bulborum), en het geelziek door een bacterie (Bacterium Hyacinthi), terwijl in het witsnot nog geen parasiet met zekerheid kon worden aangewezen.

De zoogenaamde aaltjes van het ringziek ziet men zoowel in de aangetaste gedeelten der bollen, als in de gele vlekken der zieke bladeren in allerlei toestanden van ontwikkeling, van het ei tot aan de geslachtsrijpe dieren. Zij komen uit de bolschubben in de schijf, van deze in den jongen knop, en dus ook in de bladeren. Zij kunnen zich in den grond van den eenen bol naar den anderen begeven, en zonder schade voor hun leven uitdrogen en weken lang in drogen toestand verkeeren.

De bollen, die door het zwartsnot zijn aangetast, plegen inwendig geheel vergaan, en met het mycelium van den fungus doortrokken te zijn. Dit draagt aan de oppervlakte talrijke kleine zwarte sclerotiën, waaruit in het volgend jaar de bekervormige Peziza-vruchten voortkomen. De besmetting kan én door de ascosporen plaats vinden én door het mycelium, dat door den grond voortwoekert. Het zwartsnot van Hyacinthus, Scilla, Crocus e. a. bolgewassen, wordt waarschijnlijk door dezelfde parasiet (P. bulborum), dat der Anemonen door een andere soort (P. tuberosa) veroorzaakt.

De bacteriën van het geelziek, in onnoemelijk aantal in een dik geel slijm weggedoken, bewegen zich in de schubben en in de bladeren hoofdzakelijk in de vaatbundels. Van deze uit dringen zij in het parenchym-weefsel, tasten ook dit aan, en komen door spleten in de epidermis naar buiten. Het gelukte om de eerste verschijnselen der ziekte op gezonde bladeren te voorschijn te roepen, door deze met kleine hoeveelheden van dit slijm te besmetten; na verloop van eenige weken had zich dit slijm daarin in zeer sterke mate vermeerderd en zoowel het parenchym als de vaatbundels aangetast.

Het onderzoek van deze en de andere ziekten wordt door den Heer WAKKER geregeld voortgezet.

— De Heer BIERENS DE HAAN biedt voor de Verslagen en Mededeelingen aan: N°. XXVIII zijner Bouwstoffen, enz., inhoudende »iets over DOMINICUS JUSTUS BOTHNIA VAN BURMANIA", en verder, voor de Bibliotheek der Akademie, een exemplaar van de afzonderlijk gedrukte verhandelingen van SIMON STEVIN: »Van de Spiegeling der Singkonst" en »Van de Molens", en, uit naam van den Heer LE PAIGE, diens: »Nouvelles recherches sur les surfaces du 3e ordre" en »Sur quelques questions relatives aux quartiques planes".

De Heer J. A. C. OUDEMANS geeft aan dezelfde Bibliotheek ten geschenke een exemplaar zijner »Handleiding voor Tijds-, Breedte- en Azimuthbepaling met het universaal-

instrument, samengesteld ten dienste der triangulatie van Java en Sumatra, en gedrukt voor rekening van het Departement van Koloniën.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

RAPPORT

OVER EENE

VERHANDELING VAN DEN HEER V. A. JULIUS,

GETITELD:

BIJDRAGE TOT DE THEORIE DER CAPILLAIRE VERSCHIJNSELS.

(Uitgebracht in de Vergadering van 24 Sept. 1884).

De in onze handen gestelde verhandeling van den Heer V. A. JULIUS, getiteld: »Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnsels" bevat eene poging tot uitbreiding dezer theorie, die bij den tegenwoordigen stand der moleculaire theorieën noodzakelijk mag worden geacht. Hij behandelt nl. de vraag, in hoeverre de door LAPLACE en GAUSS verkregen uitkomsten blijven bestaan, wanneer men aan de grens van twee lichamen niet eene scherpe afscheiding aanneemt, maar een geleidelijken overgang. Eene beschouwing van het arbeidsvermogen van plaats in een stelsel lichamen, eene toepassing dus (zooals GAUSS die het eerst maakte) van het beginsel der virtueele snelheden, dient hem om deze vraag te beantwoorden.

De Heer JULIUS ontveinst zich niet, dat, strikt genomen, een beginsel uit de statica niet toereikend is om een verschijnsel, waarbij moleculaire bewegingen in het spel zijn, geheel te onderzoeken en hij erkent, dat het principe van HAMILTON of de tweede wet der mechanische warmtetheorie beter voor het onderwerp zoude passen. Eene korte bespreking van de gevolgen dezer laatste wet gaat aan de nadere beschouwing van het arbeidsvermogen van plaats vooraf.

Wordt een stationaire toestand van een stelsel vloeistoffen en vaste lichamen bepaald door eenige grootheden, waaronder de absolute temperatuur, T, en het grensvlak O van twee vloeistoffen voorkomen, is U het inwendige arbeidsvermogen van plaats van het stelsel, V het arbeidsvermogen van beweging, H de oppervlakte-spanning van het genoemde grensvlak — dan leert de thermodynamica, dat:

$$H - T\frac{\partial H}{\partial T} = \frac{\partial (U + V)}{\partial O} \ldots\ldots\ldots (1)$$

is terwijl het principe der virtueele snelheden zou voeren tot de betrekking:

$$H = \frac{\partial U}{\partial O}.$$

Daaruit volgt, zooals de schrijver opmerkt, dat, wanneer men $T\frac{\partial H}{\partial T}$ tegenover H mag verwaarloozen, en $\frac{\partial V}{\partial O}$ tegenover $\frac{\partial U}{\partial O}$, het principe der virtueele snelheden tot juiste uitkomsten voert. Kan, wat uit verschillende experimenteele bepalingen volgt, $T\frac{\partial H}{\partial T}$ eene waarde verkrijgen, welke met die van H vergelijkbaar is, dan verliezen de resultaten van den schrijver hunne numerieke nauwkeurigheid, maar zelfs dan mag men aannemen, dat H van dezelfde orde van grootte is als $\frac{\partial U}{\partial O}$, hetgeen voldoende is voor alle conclusies, die in de verhandeling worden afgeleid.

En in elk geval, wanneer het alleen de vraag is, of H al dan niet bestaat, is het voldoende te bewijzen, dat $\frac{\partial U}{\partial O}$ niet verdwijnt.

De toepassing van de mechanische warmtetheorie is ook in zooverre van belang, als zij allen twijfel wegneemt omtrent de vraag, *welke* toestandsveranderingen men bschouwen mag. In de vergelijking (1) toch hebben U en V betrek-

king op den stationairen toestand, dien het stelsel door het spel der moleculaire krachten en bewegingen aanneemt, en men moet zich voorstellen, dat; wanneer het oppervlak vergroot wordt, langs het geheele veranderde oppervlak eene grenslaag van dezelfde constitutie optreedt als langs het oorspronkelijke oppervlak. Het is steeds in deze onderstelling, dat de schrijver $\frac{\partial U}{\partial O}$ bepaalt.

Zeer uitvoerig wordt thans het arbeidsvermogen van plaats van een stelsel lichamen berekend en worden de uitkomsten op verschillende gevallen toegepast. Het blijkt, dat $\frac{\partial U}{\partial O}$ steeds een dergelijke waarde heeft als in de theorie van GAUSS, en dat dus ook bij geleidelijken overgang capillaire verschijnselen blijven bestaan.

Eenigen tijd geleden was Lord RAYLEIGH, door eene in het kort aangeduide berekening, tot het besluit gekomen, dat, bij genoegzaam geleidelijken overgang de capillaire krachten zeer klein zouden worden. Hij had daarbij de methode van LAPLACE gevolgd, bestaande in de rechtstreeksche berekening van de kracht, die op een vloeistofzuiltje werkt. De Heer JULIUS preciseert nader RAYLEIGH's uitkomst; eene zelfstandige berekening leert hem, dat alles afhangt van de verhouding tusschen de dikte der grenslaag en den straal der werkingssfeer. Terwijl, wanneer beide grootheden van dezelfde orde zijn, capillaire krachten, zooals LAPLACE die vond, blijven bestaan, zullen die krachten zeer klein worden, wanneer de eerste der bovengenoemde grootheden de tweede verre overtreft.

Daartegenover staat, dat de eerst door den schrijver gevolgde methode van GAUSS juist in dit geval tot eene zeer groote capillairiteits-constante zou leiden. Zoo komt de schrijver tot eene vergelijking van de uitkomsten der twee beschouwingswijzen en geraakt tot de slotsom, dat in den stationairen toestand, die van zelf optreedt, de dikte der grenslaag van dezelfde orde moet zijn, als de straal der werkingssfeer.

In eene noot, die wij nog van den Heer JULIUS ontvingen,

wordt het geval behandeld van twee stoffen, die in elkander diffundeeren. Daar hier geen stationaire toestand is ingetreden, kan de overgangslaag zeer dik worden; de berekeningswijze van LAPLACE (de eenige, die thans gevolgd kan worden) voert dan ook tot kleine capillaire krachten.

De uit den aard der zaak lange berekeningen van het arbeidsvermogen der grenslagen zijn met groote nauwgezetheid en nauwkeurigheid verricht. Wellicht ware intusschen eenige bekorting mogelijk; zoo bijv. wat betreft § 5, waarvan het resultaat verder niet wordt toegepast, en § 13, waarvan de uitkomst, zooals vooraf is in te zien, met die van § 12 moet overeenstemmen.

Wij stellen de Afdeeling voor, zoowel de verhandeling als de noot in de werken der Akademie op te nemen, nadat vooraf den Heer JULIUS de vraag is gesteld, of hij wellicht, zonder aan de verstaanbaarheid van zijn opstel te schaden, eenige verkortingen meent te kunnen aanbrengen.

H. A. LORENTZ.
D. J. KORTEWEG.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D BIERENS DE HAAN.

N°. XXVIII. Iets over Dominicus Justus Bothnia van Burmania.

1. Deze natuurkundige, wiens eigenlijke naam is Douwe Botnia van Burmania, werd den 14^den^ Februari 1664 geboren. Zijn vader, Gemme van Burmania was eerst dijkgraaf van Wijmbritseradeel, Sneek en Vlie, later houtvester en pluimgraaf van Friesland. Zijne moeder heette Foeck Eysinga.

Hij bleef ongehuwd en overleed op zijn landgoed Mammema-Slote den 11^den^ April 1726. Zijn spreuk, naar de gewoonte dier dagen, was »Ne te quaesiveris extra".

Hij zelf was een wetenschappelijk man, maar is vooral vermaard door zijne meteorologische studiën. Een getrouwe waarnemer van de weersgesteldheid en hare veranderingen, meende hij daarvoor een bepaald wetenschappelijk stelsel te hebben gevonden, dat hem in staat stelde het weder voor korter of langer tijd vooruit te kunnen voorspellen: en dit, volgens de overlevering, meestal met goed gevolg. Hij geraakte echter daarbij, wat niet zoozeer te verwonderen is, in strijd met Hoogleeraren van dien tijd, die uit hunne

catheters laag nederzagen op iemand, die voornamelijk de praktijk tot richtsnoer had gekozen, zonder zich aan de meer wetenschappelijke vormen te storen.

Als einduitkomst van zijne onderzoekingen gaf hij twee platen in het licht, gedrukt op folio schrijfpapier, waarvan de beschrijving — Nieuwe manier van onderstellingen over het weer [8]) — in 1715 het licht zag. Bovendien geeft hij in de Epistola van Noot 1 eene afteekening van den deksel eener tabaksdoos, waar hij het voorgaande in het kort bijeenbracht [9]).

2. Dat onze DOMINICUS J. BOTHNIA VAN BURMANIA zich met weerkundige waarnemingen had bezig gehouden, was mij bekend door een paar boekjes in zijn bezit: Uittreksel, Seste of Laaste Capittel [3]) en de »Summa Thesium" [4]). Toen ik echter onlangs in Leeuwarden moest vertoeven, vond ik door de welwillende medewerking van Mr. J. B. BOELES, Bibliothecaris van het Friesch Genootschap, onderscheidene merkwaardige boekjes in die bibliotheek, en daaronder ook een bijna volledig stel van de geschriften van onzen schrijver, zeven in aantal. Zooverre mij bekend is, ontbreekt daaraan slechts het stel platen met de beschrijving [8]).

Deze verzameling schijnt een geschenk geweest te zijn aan »de Heeren VEGELIN VAN CLAERBERGEN te Leuwaerden": althans die opdracht vindt men bij de boekjes van Noot 1 en 4.

3. De reeks dezer boekjes wordt geopend door de »Epistola ad Clar. Ruardum Andala. Leov. 1713", 4^0 [1]) een in den vorm van een brief geschreven opstel over den grondslag van eenige regelen voor wedervoorspelling, en dit wel naar aanleiding van de aanbieding eener snuifdoos, op wier deksel die regelen waren uitgeschreven. Die brief begint, na een ten deele veranderd gedicht van VIRGILIUS, met de woorden;

»Credidi Morem Coeli, sive || Vicissitudinem aëris, At- || mosphaerici quam sin- || gulis Annis experimur || praecipue de- || pendere a varia relatione Telluris ad || Solem, & radiorum ejus, varia a no || bis declinatione".

Dan behandelt hij achtereenvolgens de Aestas blz. 6, Autumnus blz. 10 Hyems, blz. 15 en Ver blz. 19. Op blz. 22 be-

gint de opdracht van de snuifdoos, en de opgave van de manier, waarop deze gebruikt moet worden. De brief is gedateerd 16 October 1712.

Omtrent de lotgevallen van dezen brief zullen wij straks het een en ander zien.

4. Tusschen dit werkje en het »Uittreksel, Seste of Laeste Capittel, 1716, 4°" [3]) verscheen nog de »Dissertatio sive Theses de Generatione vel Formatione Glacei [sic], Leovardia s. a." [2]): want blz. 3 leest men »Cum nuper cogitationes meas de nova Hypo- || thesi & Methodo ratiocinandi de more Coeli, cuidam Philosophiae Professori in cele- || berrima nostra Academia Franequerana pro- || posuissem", zoodat dit na 1712 is uitgekomen. En aan den anderen kant verwijst schrijver in het werkje van Noot [3]) blz. 5, naar »mijn verhandelinge van het Ys" (blz. 5) of »Mijn Tractaatje van het Ys &c." (blz. 19).

Deze »Dissertatio sive Theses", een antwoord op een prijsvraag te Bordeaux uitgeschreven, bevat LVIII Stellingen over de vorming van het ijs, waarbij hij aan het aardmagnetismus een zekere rol toeschrijft en van een »vis borealis" spreekt, waaruit hij de koude van de Pool afleidt. Het stuk is geteekend met de spreuk »Ne te quaesiveris extra." Dat dit werkelijk zijne spreuk is blijkt, behalve uit den titel van de Oratio, Noot [6]), uit het nu volgend »Uittreksel", waar hij blz. 4 zegt:

»Niet tegenstaande alle dese zwarigheden, indagtig zijnde || het Gulden Spreukje, (*Ne te quaesiveris extra*) soekt niet || buiten u selven, en hoopende op mijn eigen gront te bou- || wen, daar ik my in andere Voorvallen wel by bevonden || hadde, hebbe ik my aan het Werk begeven, liever met || reeden willende handelen, als meede blint zijnde, dat is: || sonder reeden, den blinden Leidsman, het Weerglas, wat || agter na te praten."

Tevens ziet men hieruit, dat het doel zijner »methode" een kruistocht is tegen het blindelings gebruiken van den Barometer. Door het »bouwen op eigen grond" toch, bedoelt schrijver het geregeld doen van eigen waarnemingen, om daaruit zoo mogelijk algemeene regels (stellingen) af te leiden; dit

blijkt ook uit zijne latere stukjes. Hier geeft hij zulk eene lijst van algemeene regels, die hij steeds in zeer huiselijke termen zoekt te verklaren, en zoo vast en zeker rekent, dat »*De Leermeesters van de Bygeloovigheit, met deese Voorteijkens* || *weegens haar luy, weeldrig, en overvloedig Leeven, gemeenlijk* || *wel versien, als Vrugten van haer Konst, daarse onophoudelijk* || *meede beesig, en deftige Ingenieurs in sijn, konnen daar door by* || *Buiten gewoone Droogte, een bequaame tijdt waarnemen, om* || *openbaare Omgangen en smeekingen om Reegen dikwils seer noodig,* || *aan te kondigen, en soo behendig aan het vermoogen van haar of* || *haar Heylig, tot bekoominge van groote agtinge en gewin, toe* || *schrijven, het geen sy voorsien volgens de gesteldheidt van de Na* || *tuur, haast te moeten geschieden*".

Schrijver eindigt dit boekje met eene klacht tegen de Hoogleeraar R. ANDALA (blz. 21).

»Op deese Gronden en uit deese beginselen, hadde ik een || klein Tractaatje of Verhandelinge vergadert, waar van dese || voor het Seste of Laaste Capittel van de Uitleggingе sal kon- || nen dienen, ende het zelve by maniere van een Brief, den || 16 October 1712, de Heer *Andela*, doen alleen Hooglee- || raar in de Wijsbegeerte in onse beroemde Academie van Fra || neker, om de agtinge voor zijn Persoon, en weetende dat || hy een Meede-Arbeyder ontrent het ondersoeken van het || Weer met my was, dog naa het Weerglas, waar van on || langs een Proefje [10]) hadde uitgegeven, met veel vernederinge || voorgestelt". Hij had »daar by in een Brief besonder meede van || den selfden Dag . . . voorseyt, hoe zyn Propheet of Weerglas den 24 . . . soude staan, en nog . . . den 9 . . . Novem- || ber . . . dier ge- || lyk nooyt van jemand was ondernoomen, nog van de ganse || Barometrice Secte was gehoopt, waar op naa verloop van || de Daagen van mijn Voorsegginge, de Heer *Andela* geliefde || te antwoorden, dat die al vry gelukkig waaren naagekoo- || men, sonder eenig Oordeel over de Mijne daar by te doen". Maar dit was zeer tegen den zin van onzen schrijver die, gehoopt had »door weederzijdts Reedeneeringen en Teegenwer- || pingen, de sake nog meer en meer te ontdekken." En »een || Jaar of anderhalf daar

naa . . . hebbe ik myn versoek in Persoon weder vernieut, ‖ en is doen het selve, . . . my ‖ plat afgeslaagen."

5. Nu volgen twee andere boekjes, die bij elkander behooren, het eene »Summa Thesium 1721" [4]) het tweede »Kort Summier van de XL Stellingen [5]). Het laatste is ten deele de Nederlandsche vertaling, ten deele eene Memorie van toelichting van het eerste. Zij geven in 40 stellingen of Theses, regels voor het weder, ten deele met hunnen grondslag; zoo staaft hij zijn gevoelen over den Barometer in »Thesis 6".

»Hinc & vires in Barom: ratione vicinitatis nostri Poli augeri & e contrario eo modo versus austrum, ad aequat: usque debilitari, testem citat experientiam, & ‖ observ: P. La Fuillé [Feuille] sub ipso aequat: factas."

Hij eindigt met het volgende:

»Verders prijst hij seer aan het insien en overdenken van zijne twee Kaer ‖ ten."

En deze kaarten zijn het, die in de Bibliotheek van het Friesch Genootschap ontbreken.

6. Komen er in deze werken reeds hier en daar aanhalingen uit den Bijbel voor, vooral is zulks het geval bij de twee werkjes, die nu nog volgen en beiden in het jaar 1725 bij Gerardus Koumans te Leeuwarden uitgegeven zijn. Het eerste de »Oratio, Exegetica, Analytica, Synoptica" [6]), dat weder de vroeger behandelde spreuk voert »Ne te quaesiveris extra", bevat op den titel eene verwijzing naar Job Cap. 36, vers 24, en Cap. 37, en in verso een aanhaling uit hetzelfde boek Cap. 27, vers 11. Deze aanhalingen vindt men opgenomen in verso van het titelblad bij het tweede werkje »Inleydinge tot de uytlegging van de Weeklyke gesteltheden van den Heemel" [7]).

In den aanvang zegt schrijver, »volgen ‖ wy meede het voorbeeld van den aerdigen *Virgilius*, en spreeken ‖ liever en eerder met hem de Boeren en Schippers aen, waer by niet ‖ ongevoeglijk, als met de Wint veel te doen hebbende, meede de ‖ Molenaers mogen by voegen. ‖ En zeeker . . . soude ik van die menschen, eerder een aenwijsinge van de ‖ Weegen, Wetten en Manieren van den Heemel, verwachten, als ‖

van een onverschillig mijmerend Doctor, veylig in *Cubiculo* en van || de gansche weerglasige Secte" — »want || yeder redelijke en geoeffende weet licht, dat wy met alle onse poo- || gingen, maer op de Schorse der dingen verkeeren, en geensins tot || het Pit en Merg zijn ingedrongen." En dan geeft hij blz. 6—11 eene verzameling van waargenomen verschijnsels, met de toepassing daarop van de door hem gegeven stellingen, loopende van 14 Martii 1725 tot 6 Aprilis, een tijdperk van strenge koude.

AANTEEKENINGEN.

---

1) DOMINICI J. || BOTNIA A BURMANIA || NOBILIS FRISII || EPISTOLA, || AD CLARISSIMUM RUARDUM ANDALA || Philosophiae in Illustri Frisiorum Academia, quae est || Franequerae, Professorem Dignissimum. || DE METHODO || RATIOCINANDI DE MORE COELI || DUBIO: || Et Quidem Maxime || Pro Situ ac Climate Frisiae, || Qua Aeris Motus Annuus || Praecipuae Mutationum Causae ac Prognostica, || Breviter Indicantur, || Secundum quam, & prɔ omnibus aliis Regioni- || bus, Locis ac Climatibus, || Judicium ferri potest: || Ad Explicanda & Praediscenda Coeli Phaenomena; || Ut & ad Notitiam ac Usum dicti Barometri, || ut plurimum conducens: || Occasione Capsulae Tabaci Sternutatorii, || cujus Operculum || Praecipuam Hypothesis partem exhibebat, || missae ac donatae, Conscripta. || een horizontale lijn || LEOVERDIAE, || Apud. CHRISTIANUM TJALLINGI Typographum. 1713.

A—D. 26 blz. in 4°.

In verso van den titel het vers:

Ventos ac varium Coeli praediscere Morem
Cura sit. Virgil: Georg: I.

Volgende recto wit: verso bevat de teekening van den deksel van den snuifdoos. Daarop blz. 5 en vgg. de brief, beginnende aldus: „*Clarissime, Doctissime* || *Reverendissime* || *Domine* ||" en geteekend „16 October || 1712. || *Tuus &c.*

2) DOMINICI J. || BOTHNIA A BURMANIA || NOBILIS FRISII, || DISSERTATIO sive THESES || De Generatione vel Forma- || tione Glacei [sic], || Ejusque variis Phaenomenis, || *Ad Serenissimum Ducem* || DE LA FORCE, &c. || Ceterosque societatis Scientiarum inclytae Urbis || Burdegalinsis, Antistites ad solvendum illud || Problema, hoc Anno ab iis universis Eu || ropae Studiorum & Scientiarum Cultori- || bus propositum. Cum Carthesius ejus- || que sequaces de uberrimo hoc Ar || gumento nihil dixere quod || alicujus sit momenti. || Vignette: boekdrukkersornament || LEOVARDIAE. || Ex Officina JOANNIS THIJSSENS, Typographi. [s. a.]

A, B. 16 blz. 4°.

In verso van den titel:

„Virgil.: Georg. 4.

Ut cum tristis Hyems etiam nunc Frigore saxae,
Rumperet & Glacie cursus fraenaret aquarum."

Daarop blz. 3 vgg. LVIII stellingen, beginnende:

„SERENISSIME DUX || *Caeterique Clarissimi Amplissimique Viri.*"

Aan het einde „Ne te quaesiveris extra" en daarop groot boekdrukkersornament.

Uit dit werk blijkt (blz. 3) dat het na N°. 1 is uitgekomen; en dat het voor N°. 3 is verschenen, blijkt aldaar blz. 5, 19.

3) UITTREKSEL, || Seste of Laaste Capittel, || Van de Uitlegginge, || en de Verhandelinge || VAN HET || WEER, || *Van den Wel. Eed. Heer,* || D. J. B. VAN BURMANIA, || Behelsende de Manier en Reeden van alles || in het opstellen des selfs gehouden. || *Meede seer dienstig tot het Verstaan van* || *de Kaart over het Weer, door zijn Ed. ontworpen.* || Vignette: boekdrukkersornament. || Tot LEEUWARDEN, || By JOHANNES THYSSENS Boekdrukker en || Verkoper in de Peperstraat, in de Saadzaaijer. 1716.

A—C. 24 blz. 4'.

Verso van titel wit. Daarop volgt blz. 3 een herhaling van den titel „UITTREKSEL" tot „*ontworpen*".

4) Zonder titelblad.

A, (4) blz. 4'. ongepagineerd.

De 1ste bladzijde begint:

„*Summa Thesium* D. J. Botnia a Burmania, || *Nob. Fris. de Methodo ratiocinandi de More* || *Coeli &c.*: || *Os homini sublime dedit Coelumque tueri.*"

Dan volgen de stellingen 1—40: en eindigt de 4' bladzijde.

„*Hinc tempestates dubio praediscere Coelo &c*: ||

Denique inspectionem suae Tabulae valde commendat. ||

LEOVARDIAE, || Apud JOANNES THYSSENS, 1721."

5) Evenzeer zonder titelblad, jaartal of drukker; het is echter zeker gelijktijdig met N°. 4 verschenen.

A. 8 blz. 4°.

De 1ste bladz. begint:

„Kort Summier, van de XL 8tellingen van || *D. J. Bothnia van Burmania*: || Vertoonende uyt een gesonde Hypothesis, onderstellin- || ge, en klare beginsels, de ware manier om over het || Weer en Winden, maniere van den Heemel te || redeneeren, en daer van te oordeelen, tot || noch toe onbekend, en seer verlangd."

Daarop volgen de *Stellingen* I—XL: en eindigt blz. 8:

„*Voor Verstandige is weynig genoeg.* ||

Verder prijst hy seer aen het insien en overdenken van zyne twee Kaer || ten."

6) *Dominici Bothnia a Burmania,* || Nob. Fris. || ORATIO; || Exegetica, Analytica, Synoptica, ostendens breviter || verum sensum, & mentem, Sp. S. in dictis *Elihu,* || *Jobi Cap.* 36 *a versu* 24. ad finem Capitis

& || *Cap.* 37. integro, Principiis & Hypothe- || sibus hactenus incognitis, & hinc || quibus haec *Elihu* dicta, num || quam intelligi posse vel po- || tuisse, pluribus osten- || ditur. || *Ne te quaesiveris extra.* || Vivitur ingenio. || Vignette: een kroon || LEOVARDIAE, Excudebat GERARDUS KOUMANS, Civitatis || Typographus, 1725.

Signatuur A 2, C 3, 6 bladz. 4°, 2 blz. wit.

In verso van den titel.

„*Jobi Cap.* 27. *versu.* 11. || Docebo vos de manu Die, & || quod Ille sit omnipotens non || Celabo."

Dan op blz. 3, vangt hij aan:

„Nobilissimi, Amplissimi, Clarissimi, Doctis- || simique Viri. ||

En eindigt hij op blz. 6.

Hisce ita praemissis Ostendamus. || FINIS."

7) INLEYDINGE || Tot de uytlegginge van de Weeklijke gestelt- || heden van den || HEEMEL, || Dat is, van het WEER en WINDEN, &c voor alle dagen in || het besonden [sic], haren aenvang van den 14 Martii 1725, wan- || neer Godt, tot inleydinge van onsen Lente, &c sijn Licht || te gelijk recht uyt, langs de beyde eynden van de Aerde || gesonden heeft, en overal waer Nagt kan zijn, Dag || en Nagt even lang gemaekt heeft, met des Sons we- || der-komst in onsen Half-rond of Hemisphaerium, || en wanneer ons na eenen moeylijken Winter, || de aengename tijdt. *Cantic. Cap.* 2 *vers* 11, || 12, 13 uytneemend gemeldt, weder || begint te voorschijn te koomen en || gebooren voor ons te worden. || *Waer* || *door opgevolgd worden de Lessens en Vermaningen van* || *Elihu aen Job, Cap.* 36, *vers* 24 *en* 25, *en Cap.* 37 || *vers* 14, *Cap.* 27, *vers* 11. || Vignette: een volle maan, in het zwart. || Tot LEEUWARDEN || Gedrukt by GERRIT KOUMANS, Stads-Drucker in de || Peperstraet, in de Jonge Ruyter, 1725.

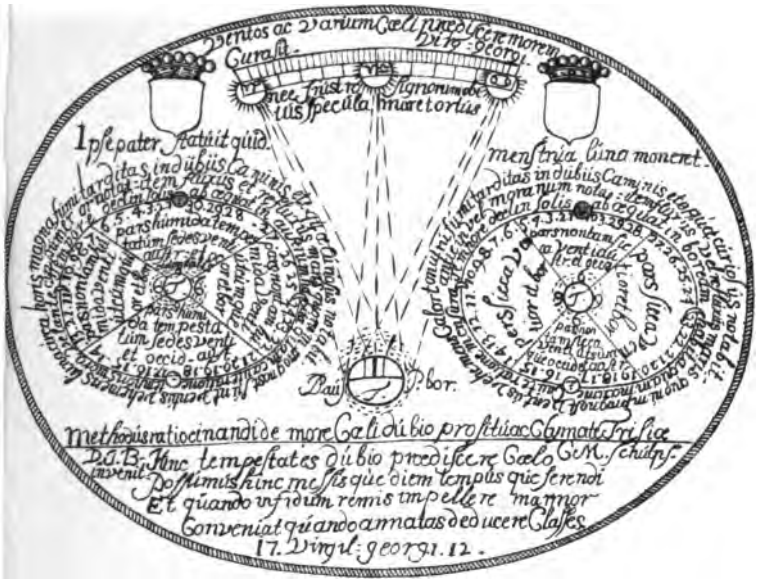
A. B. 11 blz, 1 blz. wit. 4°.

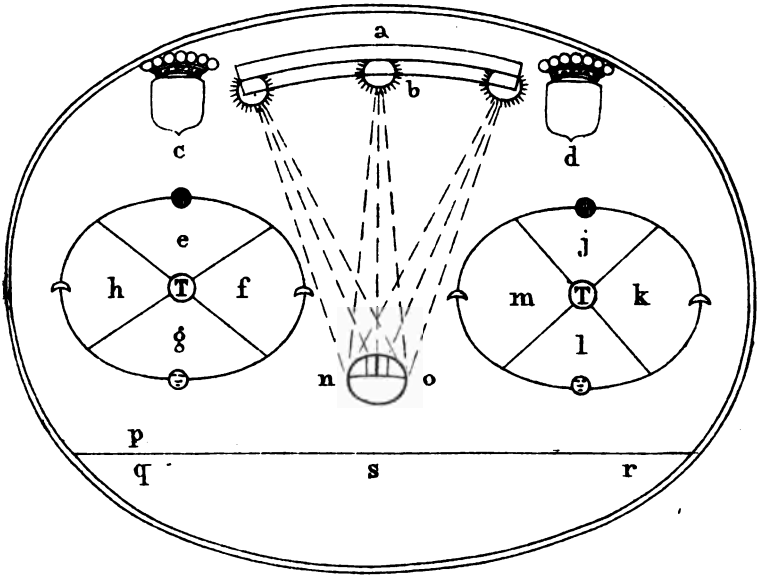
In verso van den titel:

„Job 36, vers 25. || *Gedenkt dat gy sijn Werk groot maeckt 'twelke de Lieden* || *aenschouwen* || Job 36, vers 25. || *Alle Menschen sien het aen, de Mensche schouwt het van* || *verre,* || Job 37, vers 14. || *Neemt dit ter ooren ó Job, staet en aenmerkt de Wonderen* || *Godts* || Want deese woorden alle willen verhaelen, vermaenen en || gebieden, dat men de Gedaente, Verschijnsels aen den || Heemel, dat is, het dagelijkse Weer aenschouwe, gelijk || alle de voorgestelde, voorgebrachte geblijken, verschijnse- || len openbaer en overvloedig te kennen geeven, en soo een- || paerig ook van de Uytleggers, vastgesteldt en betuygt word. || Job 27, vers 11. || *Ik zal u Lieden leeren van de handt Godts, en dat hy den* || *Almachtigen is, zal ik niet verheelen.*"

8) Van dit boekje, dat volgens blz. 5 van het werkje in Noot 7 „van hoogerhant ons zoover aenhepresen" werd, is de titel.

Nieuwe manier en onderstelling van het Weer, met een korte aan-





A J. Wendel sculps.

wijzing en uitlegging ter zaken dienende. Leeuwarden 1725, in plano.

9) Beschrijving van den deksel van den snuifdoos (zie het Schema).

a. Ventos ac varium Coeli praediscere morem,
Cura sit. Virg. Georg. I.

b. nec frustra signorum obi
tus specula mur et ortus.

c. Ipse pater statuit quid.

d. menstrua luna moneret.

e. pars humida tempes || tatum sedes venti || austr. et oc || cidentalis.

f. pars non tam hu || mida venti || utcumque || or. et bor.

g. pars humi || da tempesta || tum sedes venti || et occid uust.

h. pars non tam hu || mida Venti || utumque || or. et bor.

j. pars non tam sic || ca Venti au || str. et occ ||

k. pars sicca Ven || ti or. et bor.

l. pars non || tam sicca || Venti wtcum || que occid et austr.

m. pars sicca Ven || ti or. et bor.

rondom T links: Tempore declin solis ab aequat in austrum habita quam caute ratione temporis mora. Vel ante ap primer or notat: item fluxus et refluxus maris quorum prognost sunt ventus vehemens luna circa horis magna fumi tarditas in dubiis caminis etc quae curiones natabit.

rondom T rechts: Tempore declin solis ab aequat in boream habita quam maxime caute ratione mensura anticins vel mora num notat item fluxus vel refluxus maris quorum proguont Ventus vehemens calor tonitru fumi tarditas in dubiis caminis etc quae curiosus notabit.

n. Praustr.

o. P. bor.

p. Methodus ratiocinandi de more Coeli dubio pro situ ac Climate Frisiae.

q. D. J. B.
invenit.

r. C. M. Schulps.

s. Hinc tempestates dubio praediscere Coelo
Posssumus hinc messisque diem tempusque ferendi
Et quando infidum remis impellere marmor
Conveniat quando annatas deduucere Classes.
17. Virgili. Georgi. 12.

10) R. ANDALA. Dissertationum philosophicarum Pentas. Accad. Continuatio ephemeridum aeris atmosphaerici variationum a mense. Julio 1710 ad mensem Julium 1712. Franeker. 1712. 4°.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

N°. XXIX. Wetenschappelijke inventaris van R. Des Cartes.

1. Het is bekend, dat na het overlijden van Renatus Des Cartes te Stockholm, een inventaris van zijne werken werd opgemaakt. Deze vond men bij en in een kist, die daarop naar Frankrijk verzonden werd, maar te Parijs te water geraakte en eerst na verloop van drie dagen opgevischt werd. Dientengevolge hadden de Manuscripten veel geleden. Evenzeer is het bekend, dat die kist door Des Cartes bij zijn vertrek uit Holland werd in orde gebracht, en de titels van enkele daarin bevatte stukken zijn tevens bekend.

Toen ik nu onder de papieren van Christiaan Huygens een geschreven inventaris vond, na den dood van Des Cartes opgemaakt, moest dit het eerstgenoemde stuk betreffen; werkelijk bleek daaruit, dat daarbij die titels voorkwamen; en het scheen mij wel de moeite waard, deze zaak nader te onderzoeken.

In het bekende werk »La vie de Monsieur Des Cartes" [1]), geschreven door Baillet, Deel II, blz. 397 [ook in het werk »La vie etc. reduite en abrégé" [2]) blz. 174 en »'t Leven

van den Heer DES CARTES door C. VAN BROEKHUYZEN" [3]) blz. 378], komt voor, dat hij »se mit a remuer le coffre de ses papiers pour en ôter la || confusion. Il ne s'y trouva rien d'acheve." Daarop wordt over eenige stukken gesproken, en eenige pakken »côté" S, D. Q beschreven: die werkelijk alzoo ook in de volgende inventaris voorkomen. Daarna volgt blz. 427 het verhaal, dat CHRISTINA, Koningin van Zweden, den 13den Februari 1650, den dag na zijne begrafenis, haar eersten Kamerheer, ERRIC SPARRE, Baron van Croneberg, Heer van Haffnenne, Voorzitter van den Rechtbank te Abo, zond, om met CHANUT, den Ambassadeur van Frankrijk, den Pater VIAGUÉ, den Heer PICQUES, Secretaris van de Fransche Ambassade, en HENDRIK SCHLUTER, den knecht van DES CARTES, de inventaris op te maken. Daaronder bevond zich ook de bedoelde kist met wetenschappelijke bescheiden, en deze werd door den Franschen Ambassadeur tot zich genomen, volgens een besluit der erfgenamen. Later gaf deze de kist aan zijn zwager CLERSELIER »comme d'une succession inestimable qu'il substituoit à la Postérité après luy". CHANUT nam die kist mede, toen hij in 1653 naar Frankrijk terugkeerde: zij kwam behouden te Rouaan, en werd vandaar, op eene schuit geladen, naar Parijs gezonden. Maar deze schuit leed schipbreuk bij de Port de l'Ecole (dicht bij de Louvre) te Parijs, en de kist geraakte te water. Eerst drie dagen later werd zij op eenigen afstand opgevischt, maar de papieren hadden veel geleden. Hetgeen nog door droogen kon gered worden, wat namelijk de briefwisseling betrof, werd later door CLERSELIER uitgegeven in zijne »Lettres de Mr. DES CARTES, III Dl. in 4°" [4]).

Bij deze inventaris heb ik als noten eenige aanhalingen gevoegd, die alle betrekking hebben op het werk van Noot 1.

INVENTAIRE SUCCINCT DES ESCRITS QUI SE SONT TROUUEZ DANS LES COFFRES DE MONSIEUR DES CARTES APRES SON DECEDS A STOCKHOLM EN FEBURIER 1650.

A.

Vn assemblage de plusieurs cahiers liez ensemble au nombre de dix escrits, d'autre main que celle de Monsieur Des Cartes ou sont transcripts plusieurs lettres receues par Mr. Des Cartes auec les responses ou il y a faites concernant des questions mathematiques et quelques obiections aux escrits dudit. Sieur Des Cartes.

B.

Vn Registre relie et couuert de parchemin daus lequel il y a peu de choses Escriptes et en diuers endroits, aux premier feuillet de deux pages sont escrites soubs ce tiltre de numeris irrationabilibus *), le premier feuillet porte en teste ex quantitate linearum quae in dato circulo inscripta sont [sic] quantitatem circumferentiae cui datae lineae subtenduntur cognoscere, suiuent onze feuillets contenant diuerses propositions et demonstrations.

En suite deux feuillets sans titres de differentes pensees qu'il semble auoir eüe auparauant que d'escrire ses ouvrages et en fin de ces deux feuillets vn problesme pour trouuer vn nombre dont les parties.

En la page suiuante vne proposition parabolis compositis †) et apres trois pages escriptes de partibus aliquotis numerorum §).

suit vn tiret de payer [sic] sur le quel est vn M. colle a la page pour

*) Zie Baillet. II. 403.
†) Zie Baillet. II. 404.
§) Zie Baillet. II. 403.

trouuer l'ouuerture et soubs le titre de animo sont six pages de differentes pensees sans liaison et ordre.

suiuent trois pages des questions des nombres *).

Plus trois feuillets blancs et apres un tiret marque a trois pages des considerations physiques qui commencent quare pueri labuntur in somnum dum cunae concutiuntur.

Suiuent six feuillets blancs et soubs un tiret marque P. vne page de 4 ou 5. articles physiques et mathematiques confuserent [sic], la page suiuante est intitulee promiscuae animadversiones de coelis †).

Apres six pages vuides vn tiret marque D. suiuuent trois pages escrites de differentes pensees dont plus de la moitie est rage.

Apres six autres pages blanches soubs vn tiret non marque quatre pages d'autres questions physiques dont quelques vnes sont barrees.

Apres six feuillets blanc soubs vn tiret marque A vne page de questions physiques et une page suiuante d'une consideration de Musique.

Sept feuillets apres soubs vn tiret marque N, cinq pages de considerations physiques confuses.

Six feuillets blancs puis une page escrite soubs ce titre Thaumantis regia §).

Tournant le liure et faisant son commencement de ce qui fait la fin ie trouue au second feuillet trois pages et demie de Considerations physiques puis la Copie d'une lettre au pere Mercene [sic] ou sont traites quelques questious mathematiques.

---

*) Zie BAILLET, II. 403.

†) Zie BAILLET, I. 191.

§) Zie BAILLET, I. 197, II. 403.

C.

Vn petit Registre en parchemin quetté en dedans de la couuerture Anno 1619 Kalendis Januariis ou ce trouuent premierement 18. feuillets de considerations mathematiques soubs ce nom. Barnassus *) apres six feuillets vuides est un escrits qui contient autres six feuillets escripts, en prenant le liure d'un autre sens les discours intitule Olympica †) et a la marge 11 Nouembre cepi intelligere fundamentum inventi mirabilis, reprenant le liure en son droit sens sont deux feuillets escripts de quelques considerations sur les sciences §) puis une demi page d'Algebre.

Puis douze pages vuides puis sept ou huit lignes intitulees democratica **). Apres huit ou dix feuillets blancs suiuent cinq feuillets et demi escrits, mais en tournant le liure soubs ce titre experimenta ††).

Puis douze feuillets blancs et enfin quatre pages escrites soubs ce titre praeambula §§) initium sapientia timor domini tout ce liure quette 6, paroist avoir este escrit a sa iennesse.

D.

Vn petit registre in octauo, contenant cinquante cinq pages ou il semble auoir escrit pour son usage une introduction contenant les fondements de son Algebre ***).

E.

Vn registre en petit quarto en la premiere page est escrit Vitellio sic numerat angulos refractos et en suite une petite table, par apres metallorum pondera et en suite une petite table.

---

*) Zie BAILLET, I. 51. (onder den naam Parnassus).
†) Zie BAILLET, I. 86.
§) Zie BAILLET, I. 50.
**) Zie BAILLET, I. 50.
††) Zie BAILLET, I. 50.
§§) Zie BAILLET, I. 50.
***) Zie BAILLET, II. 403.

En la seconde page est ce titre primae cogitationes circa generationes animalium *), en dix neuf feuillets.

En suite deux feuillets soubs ce titre ex Kircher de magnete †).

Puis deux feuillets encore de la formation des animaux §).

Deux feuillets soubs ce titre historia metallorum en un feuillets et demi encore des animaux.

Six feuillets blancs, un feuillets intitule remedia et vires medicamentorum **) trente huit feuillets blancs.

Prenant le dit registre de l'autre costé il y a seize pages d'obseruations sur la nature des plantes et animaux.

Et apres vn feuillet vuide trois pages soubs ce titre de partibus inferiore ventri colentis.

F.

Neuf cahiers reliez ensemble contenant partie d'un traitte des regles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la verité ††).

G.

Vn traitte intitulé la description du Corps humain §§), ou il y a quatorze feuillets de suite et deux autres feuillets dont la suite ne se trouue point iointe avec vn billet contenant le titre des chapitres d'un traitte a faire de la nature de l'homme et des animaux ***) a ceste liasse ont este ioints dix ou douze feuillets partie interrompus qui traittent du mesme suiet mais sans quil paroisse de liaison auec les precedents.

---

*) Zie Baillet, II. 273.
†) Zie Baillet, II. 284.
§) Zie Baillet, II. 272.
**) Zie Baillet, II. 11.
††) Zie Baillet, I. 282.
§§) Zie Baillet, II. 403.
***) Zie Baillet, II. 272.

H.

Vn Cahier de quatre feuillets intitule progymnasma de partibus aliquotis numerorum *).

J.

Vn liasse de plusieurs lettres et obiections a Monsieur des Cartes par diuerses personnes.

K.

La minute de la seconde partie du traitte des passions †).

L.

Renati des Cartes querela apologética ad amplissinum Magistratum Vltra iectinum, contra Voetium et Dematium §).

M.

Enuiron seize feuillets in octauo soubs ce titre progymnastica de solidorum elementis **).

N.

De la nature des passions de lame, vne minute fort raturée de la main du dit Sieur des Cartes ††).

O.

Vn escrit contenant neuf cahiers en forme de lettre a Messieurs . . . . . [sic] contre le Sieur Voetius.

P.

Receuil du Calcul qui sert a la Geometrie en six cahiers non escrit de la main du dit Sieur des Cartes §§).

---

*) Zie BAILLET, II. 403.

†) Zie BAILLET, II. 331.

§) Zie BAILLET, II. 188.

**) Zie BAILLET, I. 288, etc.

††) Zie BAILLET, II. 280.

§§) Zie BAILLET, I. 288, etc.

Q.

Treize feuillets ou est compris un dialogue soubs ce tiltre la recherche de la verite par la lumiere naturelle *).

R.

Huit feuillets in octauo escrit de la Musique 1618 †).

S.

Six pages soubs ces tiltres explications des angins par l'ay de des quels ont [sic] peut auec peu de force leuer un fardeau fort pesant §).

T.

Deux cent soixante deux feuillets in quarto des minutes des lettres escrites par le dit Sieur des Cartes a diuerses pensonnes.

V.

Quatorze feuillets un quarto et deux un octauo de minutes de lettres escrittes a Madame le Princesse Elisabeth de Boheme **).

X.

Soixante et neuf feuillets dont la suite est interrompue en plusieurs endroits, contenant la doctrine de ses principes en françois ††) et non entierement conformes a l'imprime latin.

---

*) Zie BAILLET, II. 497, de volledige titel is: la Recherche de la Vérité par la lumière naturelle, qui toute pure & sans emprunter le secours de la Religion ni de la Philosophie, détermine les opinions que doit auoir un honnête homme sur toutes les choses qui peuvent occuper sa pensée.

†) Zie BAILLET, I. 45.

§) Zie BAILLET, II. 400.

**) Zie CLERSELIER, T. I. blz. 8—123, 166—186.

††) Zie BAILLET, II. 222.

9.

La Minute du traitté de la Geometrie imprime *).

3.

Vne liasse d'enuiron 27. feuillets des taches sans suite et quelques papiers volants contenants reponse a quelques obiections et autres matieres differente.

*) Zie BAILLET, I. 288.

AANTEEKENINGEN.

---

[1]) LA VIE || DE || MONSIEUR || DES-CARTES || *PREMIERE PARTIE* || vignette: drukkersmerk. || A PARIS, || Chez DANIEL HORTHEMELS, ruë saint Jacques, || au Mécénas. || M.DC.XCI. || *AVEC PRIVILEGE DU ROI* II Dl. 4°.

1e Dl.: 8 blz. (niet gepagineerd) opdracht „A || MONSEIGNEUR || LE || CHANCELIER", geteekend „A. B." Daarop fraai portrait met randschrift „RENÉ DES CARTES CHEVALIER SEIGNEUR DU PERRON" FRANS HALS *pinxit. Edelinck sculp. C.P.R.*; en het onderschrift „*Bene qui latuit, bene vixit*".

Dan blz. j—LXIJ bevatten PREFACE (36 blz.) en TABLE || DES CHAPITRES, blz. 37—46, TABLE || CHRONOLOGIQUE || DE LA VIE || DE MR. DES-CARTES, blz. 47—58 met ADDITION, blz. 59, AVERTISSEMENT, blz. 60, *Errata* (1 blz.) *PRIVILEGE DU ROI* (blz. 62).

Daarop A—Ddd. blz. 1—396 het werk, en Eee—Ggg, blz. 397—417 TABLE || DES MATIERES, blz. 417 verso staat „A. PARIS || De l'Imprimerie de ANTOINE LAMBIN. M.DC.XCI."

2e Dl. 16 blz. (ongepagineerd) TABLE || DES CHAPITRES || *DE LA SECONDE PARTIE.*

A—Aaaa blz. 1—558 het werk, en Bbbb—Gggg, blz. 559—603. TABLE || DES MATIERES.

[2])* LA VIE || DE MR. || DES-CARTES. CONTENANT || *L'histoire de sa Philosophie & de* || *sès autres Ouvrages.* || Et aussi ce qui luy est arrivé de plus || remarquable pendant le cours || de sa Vie. || *Reduite en abregé.* || Vignette: ornament. || A PARIS, || Chez la Veuve MABRE CRAMOYSI, || M.DC.XCIII. || *AVEC PRIVILEGE DU ROY.* || 12°.

24 Blz. (ongepagineerd). Voor den titel een zeer vreemdsoortige titelplaat. Verso van den titel wit. Opdracht, 8 blz. geteekend BAILLET. *AVERTISSEMENT* (2 blz.), *SOMMAIRE* (10 blz.).

A—O, blz. 1—322.

[3])*. 't LEVEN || van den Heer || DESCARTES, || Behelzende || *De historie van zyne Wysbegeerte, en* || *zyne andere Werken*: || Gelyk ook 't geen hem 't aanmerkelykst ge- || duurende den loop van zyn leven is || wedervaaren. || *Uit het Fransch in 't Nederduitsch gebracht* || DOOR || G. V. BROEKHUIZEN. || Vignette: ornament || TOT AMSTERDAM, || By WILLEM DE COUP, || Boekverkooper op 't Rokin; aan de Valbrug. || Ao. 1700. 8°.

14 blz. (ongepagineerd). Voor den titel een titelplaat, met het portret van Des Cartes. *J. Schorm del scu.* Verso en verso van titel wit: Dan „AAN || MIJN HEER || DEN || KANSELIER" 8 blz.

A—Ee, blz. 1—440.

4) De drie deelen hebben elk een verschillenden titel.

LETTRES || DE || MR. DESCARTES || où sont traittées les plus belles Questions || DE LA || MORALE, || PHYSIQUE, || MEDECINE, || ET DES || MATHEMATIQUES. || Vignette; drukkersmerk van de Elzeviers || A PARIS, || ches CHARLES ANGOT, 1657. || *Avec Privilege du Roy* || et se vendent || A LEYDEN, || chez JEAN ELZEVIER. || 4°.

Verso titel wit; PREFACE 22 blz., waarvan de laatste in cursieve letters: beschrijving van het monument, 2 blz.; TABLE DES LETTRES en *Extraict du Privilege du Roy* (4 blz.). Uit dit laatste stuk blijkt, dat de SIEUR CLERSELIER deze brieven uitgaf.

A—OOOo, blz. 1—683: dan 1 blz. *FAVTES A CORRIGER.*

LETTRES || DE || MR. DESCARTES || *Où sont expliquées plusieurs belles difficultez* || *touchant ses autres Ouvrages.* || TOME SECOND. || Vignette: de stad Leiden, met onderschrift: IMPERAT ATQVE DOCET. || A. PARIS, || chez CHARLES ANGOT, ruë Saint Jacques, || à la ville de Leyyden. || M.DC.LIX. || *AVEC PRIVILEGE DV ROY.*

Verso van titel wit: PREFACE (14 blz.), LE R. P. MERSENNE || A MONSIEUR VOETIUS || Professeur en Theologie à Vtrech. (*Version*) (4 blz.) TABLES DES LETTRES (4 blz.).

A—BBbb, blz. 1—564. Dan *Extrait du Privilege du Roy* (1 blz.) en *Fautes* (1 blz.).

LETTRES || DE || MR. DESCARTES. || *Où il répond à plusieurs difficultez qui luy ont* || *esté proposées sur la Dioptrique, la Geometrie,* || *& sur plusieurs autres sujets.* || TOME TROISIÈSME ET DERNIER. || Vignette: drukkersmerk van Ch. Angot. || A. PARIS || ches CHARLES ANGOT, ruë S. Jacques || au Lion d'Or. || M.DC.LXVII || *AVEC PRIVILEGE DV ROY.* 4°.

Verso van titel wit: PREFACE 18 blz.; TABLE DES LETTRES, 2 blz., FAUTES 1 blz.

A—Mmmm, blz. 1—646.

Wel merkwaardig is hier deze vrij goede afbeelding van Leiden te vinden als drukkersmerk van een Parijsche firma, en wel slechts in 1659, terwijl in 1668 dit merk was veranderd in „Lion d'Or". De opgaven daaromtrent in het fraaie boek „Les Elzevier" 1880, 8°. van A. Willems, N°. 800, blz. 198, zijn niet juist.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 25 October 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, A. C. OUDEMANS JR., PLACE, LORENTZ, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS, KORTEWEG, HOEK, MICHAËLIS, BAEHR, BEYERINCK, DE VRIES, MARTIN, HOFFMANN, ZAAIJER, FRANCHIMONT, SCHOLS, VAN DIESEN, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, BIERENS DE HAAN, VAN BEMMELEN, KOSTER, SURINGAR, DONDERS, GUNNING, STOKVIS, J. A. C. OUDEMANS, MULDER, BEHRENS, RIJKE, RAUWENHOFF, HUBRECHT en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— De Heeren DIBBITS en VON BAUMHAUER hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. den Secretaris van het Naturforschende Verein te Bremen, 10 Juni 1884; 2°. F. KRAUSS, Bibliothecaris van het Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg te Stuttgart, 15 Juni 1884; 3°. TH. STECK, Bibliothecaris der Naturforschende Gesellschaft te Bern, Mei 1884; 4°. J. R. KOCH, Bibliothecaris der Allgemeine Schweizerische Gesell-

schaft der Naturwissenschaften te Bern, Mei 1884; 5°. L, Netto, Directeur van het Museu Nacional te Rio Janeiro, 4 September 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden: 1°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 17 September 1884; 2°. het Ministerie van Waterstaat, Handel en Nijverheid te 's Gravenhage, 27 September 1884; 3°. E. H von Baumhauer, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der wetenschappen te Haarlem, 1 October 1884; 4°. G. C. W. Bohnensieg, Conservator van Teyler's Stichting te Haarlem, 1884; 5°. het Ministerie van Binnenlandsche zaken te Brussel, 3 April 1884; 6°. A. Tielemann, Bibliothecaris der Universiteit te Leuven, 31 Januari 1884; 7°. F. Nicholson, Bibliothecaris der Manchester Literary and Philosophical Society te Manchester, April 1884; 8°. den Secretaris van het Historische Verein für Unterfranken und Aschaffenburg te Würzburg, Augustus 1884; 9°. Th Steck, Biblothecaris der Naturforschende Gesellschaft te Bern, Juni 1884; 10°. J R. Koch, Bibliothecaris der Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften te Bern, Juni 1884; 11°. K. A. Moberg, Directeur van het Lever Géologique de la Finlande te Helsingfors, 6 October 1884; 12°. H Wild, Directeur van het Physikalisch Central-Observatorium te St. Petersburg, Maart 1884; 13°. J. E. Hilgard, Superintendent der U. S. Coast and Geodetic Survey Office te Washington, 31 Mei 1884; 14°. N. Murray, Secretaris van John Hopkins University te Baltimore, 25 Maart 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren 1°. eene uitnoodiging voor 6 December a. s. ter bijwoning der feestelijke herdenking van het 100-jarig bestaan van het Genootschap der Wetenschappen te Praag; 2°. een schrijven van den Heer Dr. G. Schlegel te Leiden, ter begeleiding van de autobiographie zijns vaders, wijlen den Hoogleeraar H. Schlegel, lid der Kon. Akad. v. Wetenschappen.

Aan de uitnoodiging van het Praagsche Genootschap zal waarschijnlijk geen gevolg kunnen worden gegeven, daar geen der leden op dit oogenblik zich wenscht te verbinden, de Akademie bij die feestelijke samenkomst te vertegenwoordigen.

De Voorzitter stelt voor, op grond van de uitgebreidheid der biographie van den Heer SCHEGEL, het lezen daarvan te doen volgen op de gewone werkzaamheden, omdat het zou kunnen gebeuren, dat hiervoor anders geen tijd beschikbaar bleef. — Aldus wordt besloten.

— De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN spreekt »over de uitkomsten aangaande den vorm van de planeet Uranus, afgeleid uit de metingen, te Leiden volbracht". Een opstel over dit onderwerp wordt voor de Verslagen en Mededeelingen toegezegd.

— De Secretaris leest de autobiografie van wijlen het lid der Akademie Prof. H. SCHLEGEL. De Vergadering besluit, haar in het Jaarboek der Akademie te doen opnemen.

— Voor de Verslagen en Mededeelingen worden aangeboden: 1°. door den Heer BIERENS DE HAAN: N°. XXIX der Bouwstoffen voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen in Nederland", handelend over den wetenschappelijken inventaris van R. DES CARTES; 2°. door den Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN, uit naam van den Heer STIELTJES: »Quelques remarques sur la variation de la densité dans l'intérieur de la terre". — Tot rapporteur over dezen arbeid worden door den Voorzitter aangewezen de Heeren KAMERLINGH ONNES en KORTEWEG. — De laatste neemt de opdracht aan; aan den Heer ONNES, niet ter vergadering tegenwoordig, zal van zijne benoeming kennis worden gegeven.

— Voor de bibliotheek der Akademie worden aangeboden:
1°. door den heer HOEK, een overdruk zijner verhandeling uit: The zoology of the voyage of H. M. S. Challenger", getiteld: »Report on the Cirripedia. Anatomical part";

2°. door den Heer MARTIN, ook uit naam van den Heer WICHMANN, een overdruk hunner verhandeling: »Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens";

3°. door den Heer BIERENS DE HAAN, uit naam der Schrijvers, de dissertatiën der Heeren L. P. C. LUYTEN (Theorie der gedeeltelijke differentiaal-vergelijkingen van de 1e orde) en TH. B. VAN WETTUM (Over de complexe getallen en verhouding van richting); en verder uit eigen naam, een herdruk van: »ALBERT GIRARD, Invention nouvelle de l'Algèbre";

4°. door den Heer J. A. C. OUDEMANS, het 1e deel van den door hem bezorgden vierden druk van KAISER's Sterrenhemel.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 29 November 1884.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, SCHOLS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, MAC GILLAVRY, HOEK, ZEEMAN, STOKVIS, BEIJERINCK, DE VRIES, SURINGAR, VAN HASSELT, J. A. C. OUDEMANS, GRINWIS, RAUWENHOFF, KORTEWEG, VON BAUMHAUER, VAN DER WAALS, KAMERLINGH ONNES, LORENTZ, BAEHR, VAN DIESEN, BOSSCHA, PLACE en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige bijeenkomst wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 22 November 1884; 2°. E. H. VON BAUMHAUER, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der wetenschappen te Haarlem, 7 November 1884; 3°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 8 November 1884; 4°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van TEYLER's Stichting te Haarlem, 15 November 1884; 5°. J. J. A. FRANTZEN, Bibliothecaris der Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, October 1884; 6°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Graven-

hage, 8 November 1884; 7°. DEN BEER POORTUGAEL, Gouverneur der Koninklijke Militaire Akademie te Breda, 11 November 1884; 8°. H. D. LEVYSSOHN NORMAN, 's Gravenhage, 19 November 1884; 9°. G. W. BLOXAM, Secretaris van het Anthropological Institute of Great Britain & Ireland te Londen, 15 November 1884; 10°. S. THORBURN, Bibliothecaris der Geological and Natural History Survey te Sussex, 13 October 1884; 11°. J. F. BAIRD, Secretaris der Smithsonian Institution te Washington, 14 Juni 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden; 1°. M. C. VERLOREN, Hoogland, 19 November 1884; 2°. den Secretaris der k. k. Akademie der Wissenschaften te Budapest, 1 Juni 1884; 3°. G. KARSTEN, Secretaris der Kommission zur Untersuchung der Deutschen Meere te Kiel, November 1884; 4°. M. DANVILA, Madrid, 16 November 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— De Heeren A. C. OUDEMANS JR., BEHRENS, GUNNING en VERLOREN hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— De Heeren KAMERLINGH ONNES en KORTEWEG brengen een zeer gunstig rapport uit over de verhandeling van den Heer T. J. STIELTJES Jr. De conclusie om daaraan eene plaats te verleenen in de werken der Akademie, wordt zonder stemming aangenomen.

— De Heer BIERENS DE HAAN geeft een overzicht van hetgeen tot hiertoe door de HUYGENS-Commissie werd verricht, en gewaagt met erkentelijkheid van de medewerking, welke zij van de Heeren GOVI, te Napels, en CH. HENRY, te Parijs, mocht ondervinden.

De conclusiën van dit rapport luiden: 1°. dat de Akademie voortga met het verleenen eener subsidie voor de wetenschappelijke bewerking der briefwisseling en der werken

van Chr. Huygens; 2°. dat zij hare Commissie machtige om maatregelen tot de uitgave dier briefwisseling en werken te nemen, onder dien verstande, dat de wetenschappelijke bewerking aan de Akademie verblijve."

De Heer Stokvis vraagt of er nu reeds eenig vooruitzicht bestaat, dat de uitgave, hierboven bedoeld, tot stand kunne komen? De Heer Bierens de Haan antwoordt, dat dit vooruitzicht werkelijk bestaat, doch dat daarover voor het oogenblik niet in bijzonderheden kan worden getreden.

De Voorzitter, van meening, dat de Afdeeling geen bezwaar heeft de voorgestelde conclusiën te aanvaarden, hoopt en vertrouwt, dat daarover in de a. s. gecombineerde Vergadering der Afdeelingen eveneens een gunstig oordeel geveld zal worden.

— De Heer Schols biedt voor de boekerij der Akademie aan den derden druk van zijn leerboek, getiteld: »Landmeten en Waterpassen", en de Heer Hoek, uit naam van de Commissie over het Zoölogisch Station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging, een exemplaar van: »Verslag omtrent onderzoekingen, op de oester en de oesterkultuur betrekking hebbende."

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

RAPPORT

VAN DE

HUYGENS-COMMISSIE.

(Uitgebracht in de Vergadering van 29 November 1884.)

Na U een jaar geleden een voorstel omtrent de bewerking van de uitgegeven werken en de briefwisseling van CHRISTIAAN HUYGENS gedaan, en van het door ons gevraagde en voorloopig door U toegestane subsidie, later, bij Besluit der Algemeene Vergadering, slechts een gedeelte ontvangen te hebben, zijn wij met goeden moed aan het werk getogen.

Het stond bij ons vast, en deze overtuiging werd onder den arbeid steeds bevestigd, dat het vóór alles noodzakelijk was, eerst een afschrift der briefwisseling te verkrijgen, vóór dat er van eene bewerking daarvan sprake kon zijn. Wij begonnen met één schrijver daarvoor aan het werk te zetten, maar reeds in het begin van den zomer moest dit aantal tot vier worden uitgebreid, omdat het verschil in taal en de soms zeer uiteenloopende moeielijkheden van het handschrift telkens eene verdeeling noodzakelijk maakten. Wegens onze geringe geldmiddelen was het zeer gelukkig, dat wij bijzonder goed mochten slagen, terwijl ons lid DU RIEU ons met zijne groote ondervinding in deze goede diensten bewees.

Onder dankbetuiging vermelden wij de medewerking, die wij mochten ondervinden van den Heer GOVI, Hoogleeraar te Napels, die op enkele, ons onbekende, uitgegeven brieven van HUYGENS ons heeft opmerkzaam gemaakt, en ons verder behulpzaam wilde zijn bij het onderzoek in de Italiaansche

bibliotheken; maar inzonderheid die van den Heer CH. HENRY, Bibliothecaris der Sorbonne. Deze heeft ons mededeeling gedaan van al wat hij, bij een vroeger onderzoek in Frankrijk en Italië, aangaande geschriften en brieven van en aan HUYGENS had gevonden; waardoor wij zijn te weten gekomen in welke verzamelingen, vooral in Parijs, zich tal van die stukken bevinden, en ook (hetgeen van niet minder gewicht is), welke verzamelingen hij reeds vruchteloos had doorzocht. Daarenboven heeft hij ons de afschriften van een 30-tal brieven van en aan HUYGENS, die hij vroeger vervaardigd had, belangeloos afgestaan; vele van die brieven waren ons nog niet bekend.

Een rijke bron voor onze kennis van het wetenschappelijk leven van HUYGENS heeft het lid VAN DE SANDE BAKHUYZEN, tijdens zijn verblijf in Parijs, gevonden in de onuitgegeven Régistres de Mathématiques et de Physique de l'Académie de Paris, welke de Notulen der Akademie-zittingen van den aanvang af bevatten. De tijd ontbrak hem om al de deelen dier Registers geheel door te lezen, maar bij een gedeeltelijk onderzoek vond hij reeds een 57-tal grootere of kleinere stukken, rapporten en berichten, van en over HUYGENS.

Van belang zijn ook de verkorte Notulen van de zittingen der Royal Society, in hare History by TH. BIRCH. Gedeeltelijk is dit werk door VAN DE SANDE BAKHUYZEN doorzocht, evenals het Journaal van CONSTANTIJN HUYGENS, waarin op een 100-tal plaatsen van CHRISTIAAN wordt melding gemaakt. Zie Bijlage A.

Onze staf van schrijvers leverden ons tot nu toe 722 brieven van en 598 aan HUYGENS. Maar deze afschriften moesten nu gecollationneerd worden.

Behandelen wij eerst de brieven van HUYGENS, met uitzondering namelijk van zijne briefwisseling met zijne broeders, die nog niet is afgeschreven. Ons stonden ten dienste, voor een deel, een boekdeel met gedeeltelijke apographa, een aantal minuten van de hand van HUYGENS zelven (gedeeltelijk met korte opgaaf van den inhoud), en een trouwens klein aantal van de brieven zelven. Vooral waren de

minuten, die overal in den rijken schat, aan de Leidsche bibliotheek aanwezig, moesten worden opgezocht, van veel waarde, ook omdat zij dikwerf aan het hoofd een korte opgaaf der stof bevatten, die HUYGENS schijnt opgeteekend te hebben, voordat hij zijn brief begon. Het lid BIERENS DE HAAN belastte zich met dit onderzoek en dit collationneeren, en op eenige brieven na is deze arbeid nu afgeloopen. De hier aanwezige verzameling bevat in vier folio portefeuilles, 640 brieven van HUYGENS, behalve 38 brieven zonder adres, doch met datum; en 44, waarbij én adres én datum geheel ontbreken. In Bijlage B vindt men opgeteekend, hoeveel brieven er aan ieder geschreven zijn en over welken tijd zij loopen. Het zal straks onze taak worden te trachten, die 82 brieven zonder adres aan hun werkelijk adres terug te brengen, en, waar mogelijk, hun datum te bepalen; bij een zeker aantal hunner was hem dit reeds gelukt.

Wat verder de brieven aan HUYGENS betreft, met hunne collationneering hielden zich de leden LORENTZ, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, DU RIEU en BIERENS DE HAAN onledig; er werden tot dus verre 467 brieven nagezien, waaromtrent men in Bylage C het noodige vindt opgeteekend.

Gestadig gaan wij voort met het doen afschrijven en het collationneeren van het afgeschrevene.

In ons vorig Rapport werd melding gemaakt van enkele reeds uitgegeven briefwisselingen, en toen de meening uitgesproken, dat die alleen te collationneeren zouden zijn. Maar het is noodzakelijk gebleken voor onze latere rangschikking der brieven, daarvan ook afschriften te doen nemen. Tot vermindering der kosten is echter voor oud aangekocht een exemplaar van de uitgaaf van UYLENBROEK's »Exercitations enz"; het exemplaar is uit elkander genomen en de brieven van HUYGENS bij de overige opgenomen. Deze zijn echter eerst met de oorspronkelijke minuten vergeleken. Al was dit werk, ook wegens het dunne drukpapier, niet gemakkelijk, het bespaarde vrij wat kosten. Evenzoo is de »HUYGENS et ROBERVAL" van CH. HENRY gebruikt.

Had deze arbeid van collationneeren zijne vele bezwaren, er was ook eene lichtzijde aan verbonden: want telkens

stootte men bij het zoeken naar de minuten op belangrijke stukken. Zoo werd bijv. in een Rapport van HUYGENS aan de O. I. Comp. omtrent de reis van een schip naar de Kaap de Goede Hoop — waarbij zijne horologiën zouden beproefd worden als middel tot lengtebepaling op zee — gesproken over eene kaart, waarop met drie verschillend gekleurde lijnen de uitkomsten dier proefnemingen waren geteekend. Deze kaart werd in het Archief der O. I. Comp., te 's Gravenhage berustende, nagespoord, doch te vergeefs. Eenige dagen later in de Adversaria nazoekende, kwam niet alleen deze kaart, in verschillende vormen nog wel, voor den dag, maar werd ook het daarbij behoorende Scheepsjournaal van JOH. DE GRAAF zelf gevonden.

Nu wij het een en ander omtrent het verledene hebben medegedeeld, mogen wij nog eenige beschouwingen over de toekomst doen volgen.

Thans toch zijn wij in staat om, hoezeer slechts bij grove benadering, op te geven welken omvang de uitgaaf van de werken en brieven van HUYGENS zoude beslaan. Nemen wij daartoe als maatstaf de uitgave van de Oeuvres de Laplace 1876 enz., dan bevat eene volledige bladzijde van dat werk 1880 letters. Dit zij dus onze normaalbladzijde.

Verder bevatten gemiddeld iedere bladzijde bij de afschriften der brieven 37 regels $\times$ 36 $=$ 1332 letters.
de Opera Reliqua van HUYGENS . . 1750 »
de Opera Varia . . . . . 1890 »

Nu bevatten de afschriften der 722 brieven van HUYGENS 1396 bladzijden: dit geeft voor het geheele aantal, begroot op 2500 brieven, 4800 bladz., dat is naar de vermelde maatstaf . . . . . 3420 normaalblz.

De Opera Varia tellen 776 bladz., dat is 778 normaalblz.

De Opera Reliqua 315 + 226 + 184 $=$ 725 bladz. druks. Bovendien in denzelfden vorm uit de Acta Eruditorum, de Mémoires de l'Académie, de Philosophical Transactions, het Journal des Savants nog 162 bladz., dus te zamen 887 blz., d. i. . . . . 827 normaalblz.

Waarbij nog zouden komen uit de Régistres de Mathématiques et de Physique de l'Académie, uit BIRCH, History of the Royal Society, uit het Journaal van CONSTANTIJN HUYGENS enz., nog wellicht . . . . . 100 normaalblz.
derhalve te zamen bij raming . . . . 5125 normaalblz.

De kosten, aan zulk eene uitgaaf verbonden, gaan — wij behoeven het wel niet nader te betoogen — de krachten van de gewone, reeds zoo zuinige, inkomsten van de Kon. Akademie van Wetenschappen te boven, en wij zouden met reden aarzelen haar daartoe een voorstel te doen. Liever bepalen wij ons tot het volgende voorstel: dat de Akademie hare Commissie den wetenschappelijken arbeid late voortzetten; dat deze derhalve voortga met het in orde brengen van de briefwisseling van HUYGENS; deze daarop aan een nauwgezet onderzoek onderwerpe, en daarvan gebruik make tot het vinden van de beste wijze om de geheele uitgave voortebereiden; dat echter de Akademie zich niet inlate met de voor haar te drukkende uitgaaf.

De conclusie, waarmede wij eindigen, luidt dus:

1°. dat de Akademie voortga met haar subsidie voor de wetenschappelijke bewerking der briefwisseling en werken van CHRISTIAAN HUYGENS;

2°. dat zij hare Commissie machtige om maatregelen tot de uitgave daarvan te nemen onder dien verstande, dat de wetenschappelijke bewerking aan de Akademie verblijve.

Amsterdam,
29 November 1884.

Namens de Commissie:
D. BIERENS DE HAAN, *Voorzitter*.
H. A. LORENTZ, *Secretaris*.

BIJLAGE A.

LIJST VAN STUKKEN VAN CHR. HUYGENS TIJDENS ZIJN LEVEN UITGEGEVEN EN NIET OPGENOMEN IN DE OPERA VARIA EN DE OPERA RELIQUA.

In »Mémoires de l'académie royale des sciences depuis 1666 jusqua 1699."

Tome X, page 341. Extrait d'une lettre de M. HUYGENS. Ook opgenomen in het Journal des scavans. Tome II, page 532.

In het »Journal des scavans."

Tome I, page 106. Extrait de deux lettres de Londres et de la Haye, touchant l'usage des pendules. (De eerste brief is opgenomen in de opera varia pag. 211, de tweede niet).

Tome II, page 532. Extrait d'une lettre de Mr. HUYGENS à l'auteur du journal 18 Mars 1669. Ook in »de Mémoires de l'Académie (zie boven).

In de »Philosophical transactions."

Vol I, page 98. Uittreksel uit een brief van HUYGENS over de vervaardiging van lensen.

Vol IV, page 925. Summary account of the laws of motion communicated by Mr. CHR. HUYGENS in a letter to the R. S. and since published in French in the Journal des scavans 18 March 1669. (In het kort wordt hierin mededeeling gedaan van hetgeen in H's brief voorkomt, met verschillende opmerkingen van den uitgever der Phil. Trans.

Vol. V, page 2093. On the appearanee of Saturns ring in 1670.

Vol. VI, page 3026. Letter on some observations made at Paris on Saturn's ring. An extract of a letter written at Paris. Nov. 7, 1671 by Mr. CHR. H.

Vol. VIII, page 6119. Letters between Mr. HUYGENS and Mr. SLUSIUS about an optical problem. (Gedeeltelijk opgenomen in de Opera Varia pag. 759, voor het grootste deel niet).

Vol. IX, page 90. His thoughts of Mr. HOOKE's observations for proving the motion of the earth. Extract of Mr. CHR. H's letter to the publisher 15 May 1874 from Paris.

Vol. X, page 443. Experiments on the airpump by Papin, directed by HUYGENS, as appears in the Discourse, printed at Paris 1674.

Vol. X, page 477. Experiments made on the airpump upon plants together with a way of taking exhausted receivers away from off the said engine tryed by the same persons mentioned in N°. 119.

Vol. X, page 492. Experiments on the preservation of bodies. Continuation of the experiments by HUGENS and PAPIN.

Vol. X, page 542. Experiments on animals in the airpump by HUGENS and PAPIN.

Vol. X, page 544. Promiscuous experiments in the airpump by HUGENS and PAPIN.

Vol. VII, page 5027. An attempt to render the cause of that odd phenomenon of the quicksilver remaining suspended far above the usual height in the Torricellian experiment. Extract of a letter to the author of the Journ. des Sc. 25 July 1672 (korte mededeeling der proeven in de Opera Varia pag. 769 beschreven, benevens beschouwingen van den uitgever der Phil. Trans.)

In de »Acta eruditorum"

1691. Pag. 281. CHRIST. HUGENII dynastae in Zulichem. Solutio ejusdem problematis.

1694. Pag. 339. Excerpta ex epistola C. H. Z. ad G. G. L.

BIJLAGE B.

VOORLOOPIGE LIJST DER BRIEVEN, DOOR CHR. HUYGENS GESCHREVEN.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
1	1683	S. Alberghetti.
1		van den Andel.
9	1664, 1665	Auzout.
1	1656	Aynscom.
1	1657	von Baerle.
2	1691	P. Baert.
2	1656, 90	E. Bartholinus.
1		H. Basnage.
5	1690—93	Boyle.
1	1690	B. Bekker.
2	1659	Belair.
2	1685	de Beringhen
3	1652—58	de Bie.
4	1693—94	Bignon.
3	1690—93	van de Blocquery.
1	1658	A. Boddens.
32	1657—62	Bouillaud.
4	1657—58	H. Bruno.
1	1657	van der Burgh.
1	1665	van Call.
2	1656	Calthoff.
1	1665	Campani.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
17	1656—66	de Carcavy.
2	1684, 86	Cassini.
1		de Caze.
26	1656—66	Chapelain.
1	1688	de la Chapelle.
2	1675	Duc de Chevreuse.
1	1664	Chieze.
3	1687	H. Coets.
10	1665—82	Colbert.
4	1656	A. Colvius.
1		des Combes.
2	1659	Conradus.
2		Costerus.
1	1675	Couterie.
1	1691	G. Cuperus.
1	1663	Cusson.
1		Dalence.
1		Dierkens.
2	1656, 66	Elsevier.
4	1668	Estienne.
1		de la Faille.
4	1687—91	Fatio de Duilliers.
1	1679	Fermat.
2	1687	Friquet.
3	1683—86	B. Fullenius.
6	1669—82	Gallois.
1		van Gangel.
2	1659—60	du Gast
3	1687	P. Gentius.
1	1657	Gobert.
2	1651—54	J. Golius.
1	1691	Gousset.
2	1687, 91	A. de Graaf.
5	1688—93	J. de Graaf.
1		Gregorius Scotus.
6	1652—53	Gutschovius.
1	1684	de Hautefeuille.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
14	1639—65	N. Heinsius.
12	1656—1665	J. Hevelius.
12	1682—1693	de la Hire.
1	1662	Hobby.
1	1658	Hodierna.
16	1690—94	Marq. de l'Hospital.
1	1682	de Hubert.
12	1657—88	J. Hudde.
1	1690	D. Huet.
3	1641—48	Christ. Huygens, Grootvader.
13		Const. Huygens, Vader.
8	1648—93	Const. Huygens, Broeder.
3	1645—61	Lodewijk Huygens, Broeder.
2	1692	Hubertus Huygens.
1	1675	Justel.
1	1664	de Kilcardin.
10	1652—65	A. de Kinnero a Loewenthurm.
1	1683	de Lannion.
1	1690	van Leeuwenhoek.
30	1674—94	G. G. Leibnitz.
7	1660—73	Princeps Leopold ab Hetruria.
1	1655	Th. de Leydis.
2	1653, 54	Lipstorp.
3	1683—85	de Louvois.
1	1692	van Merle.
2		Mersenne.
4	1691	Meyer.
5	1656—59	Milon.
2		Mocchi.
1	1646	du Mont.
5	1666	de Montmort.
12	1664	Moray.
1	1665	Mouton.
19	1666—75	Oldenburg.
1	1664	P.
4	1650—66	Pagetius.
3	1690, 91	D. Papin.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
1	1659	B. Pascal.
1	1679	Pelisson.
2	1675, 86	Perrault.
1	1660	Madem. Perrault.
1	1687	Petcom.
5	1659—66	Petit.
1		Pieck.
3	1660—64	D. Rembrantsz van Nierop.
1		Reyer.
5	1655—56	de Roberval.
3	1664—66	Duc de Roannes.
4	1677—90	Ol. Römer.
7	1675—84	de la Roque.
1	1694	de Rosey.
2	1665	le Roy.
2	1660, 65	C. C. Rumphius.
1	1665	Ruysch.
2	1652	A. de Sarasa.
57	1651—60	F. van Schooten.
1	1665	Schulerus.
6	1652—59	Seghers.
29	1657—74	R. Slusius.
1	1675	Smethwick.
2	1692, 93	Steigerthal.
1	1660	H. Stevin.
4	1652—60	A. Tacquet.
1	1656	Tassin.
5	1664—66	Thevenot.
3	1665—77	Thuret.
2	1687	Tschirnhaus.
1	1666	Ulenburg.
1	1690	Vegelin van Claerbergen.
17	1651—65	Gregorius a St. Vincentio.
2	1665	Vlitius.
1	1653	de Vogelaar.
4	1689—93	D. de Volder.
1		de la Voye.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
10	1655—1660	J. Wallis.
1	1694	Wichers.
2	1663	J. de Wit.
1		Duc de York.
1	1658	Neef?
2		Staten-Generaal.
3	1688—93	Bewindhebbers O. I. Compagnie.
38		Onbekenden met datum.
44		» zonder datum.

BIJLAGE C.

LIJST VAN TOT DUSVERRE OVERGESCHREVEN BRIEVEN AAN CHR. HUYGENS.

Aantal.	Brieven aan HUYGENS.
1	S. Alberghetti.
5	Auzout.
2	P. Baert.
1	W. Balle
2	E. Bartholinus.
4	Bayle.
3	Bellair.
1	Bertet.
3	A. Boddens.
1	Borchese.
42	Bouillaud.
2	R. Boyle.
3	G. Brereton.
1	Brienne.
1	de Brion.
3	H. Bruce.
5	Brunetti.
6	H. Bruno.
12	de Carcavy.
1	des Cartes.
1	Cassagnes.
6	Cassini.

Aantal.	Brieven aan Huygens.
1	Caze.
1	Chamaze.
1	Chambonnière.
58	Chapelain.
2	la Chapelle Besse.
2	H. Coets.
1	J. Columbus.
6	A. Colvius.
1	N. Colvius.
3	Conrart.
2	G. Cuperus.
1	Deschales.
1	St. Disdier.
1	Dodart.
7	Estienne.
9	Fatio de Duilliers.
4	Fermat.
1	Fogelius.
1	Gallé.
2	Gallois.
5	du Gast.
1	Gellet.
16	P. Gentius.
1	Gottignies.
2	Gousset.
1	D. Gregory.
2	N. Grevius.
3	Gutschovius.
18	N. Heinsius.
1	G. Hesius.
11	J. Hevelius.
1	Holtes.
2	J. Hudde.
2	D. Huet.
1	Constantijn Huygens, Broeder.
4	Lodewijk Huygens, Broeder.
2	Philippus Huygens, Broeder.

Aantal.	Brieven aan Huygens.
2	Hubertus Huygens.
1	Jacquelot.
1	Justel.
15	Kinner de Loewenthurm.
1	Lamothe.
1	de Lannion.
9	Leeuwenhoek.
1	C. G. Leibnitz.
15	Princ. Leopold.
2	J. Ludolff.
2	Mariotte.
1	Matthion.
1	Milon.
1	Moray.
2	G. Mouton.
2	van der Noot.
4	de Nulandt.
74	H. Oldenburgh.
7	D. Papin.
2	Pardies.
1	Pascal.
4	Perrault.
5	la Peyrere.
1	Picart.
1	Quesnel.
4	D. Rembrandtz van Nierop.
2	M. A. Ricci.
1	Duc de Roannes.
4	Roberval.
7	de la Roque.
1	Sarasa.
1	Fr. van Schooten.
1	J. Schuler.
1	Smethwick.
1	Sorbiere.
1	Southwell.
1	J. J. Spener.

Aantal.	Brieven aan HUYGENS.
2	H. Stevin.
7	A. Tacquet.
1	Tschirnhaus.
1	Vallot.
1	Varignon.
3	de Vaumesle.
5	Vegelin van Claerbergen.
1	D. de Volder.
3	de la Voye.
1	J. de Wit.

VERSLAG

OMTRENT EENE

VERHANDELING VAN DR. T. J. STIELTJES Jr.,

GETITELD:

QUELQUES REMARQUES SUR LA VARIATION DE LA DENSITÉ DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE.

(Uitgebracht in de Vergadering van 29 Nov. 1884)

De Heer STIELTJES vat in deze verhandeling het onderzoek naar de dichtheid van het inwendige der aarde, als functie van den afstand tot het middelpunt, uit een nieuw gezichtspunt op. Terwijl men reeds herhaaldelijk te vergeefs getracht heeft, door hypothesen tot de kennis van deze functie te geraken, gelukte het den Heer STIELTJES althans grenzen vast te stellen, binnen welke, uitgaaande van eene zeer voor de hand liggende onderstelling omtrent het algemeen beloop dier functie, de dichtheid van het middelpunt der aarde moest liggen. Eene bespreking met den Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN was voor hem de aanleiding om dit onderzoek tot elk punt der aarde uit te strekken, waardoor hij er in geslaagd is voor deze functie twee grensvormen te vinden, welke de mogelijke dichtheid van elk punt der aarde binnen vrij enge grenzen insluiten.

Het onderzoek naar de dichtheid van het inwendige der aarde staat tot nog toe voornamelijk in verband met de verklaring van de gedaante der aarde als evenwichtsvorm van eene draaiende vloeistofmassa, die aan de algemeene wet der aantrekkingskracht gehoorzaamt. Met behulp eener differentiaal-vergelijking van CLAIRAUT, heeft het laatst

LIPSCHITZ de afplatting der aarde uit de gemiddelde dichtheid der aarde en hare dichtheid aan 't oppervlak afgeleid, door eene wet der dichtheid met drie constanten aan te nemen, en aan deze constanten passende waarden te geven. Zooals ook de Heer STIELTJES aantoont, is deze wet der dichtheid niet in overeenstemming met eene stelling, die LAPLACE voor den evenwichtstoestand eener draaiende zware vloeistof heeft afgeleid en reeds gebruikte om de dichtheidswet van LEGENDRE te toetsen. Volgens deze stelling is het quotient van twee integralen, die wij het integraal van den traagheidsstraal en de gemiddelde dichtheid zullen noemen voor dien evenwichtstoestand, onafhankelijk van de wet der dichtheid, eene door waarneming te bepalen grootheid. De afplatting van het traagheidsellipsoid, welke door astronomische waarnemingen geleverd wordt; de afplatting der vloeistofmassa zelve en de verhouding der centrifugaalkracht tot de zwaartekracht aan den aequator, zijn de gegevens der waarneming waardoor die grootheid geheel bepaald is. De Heer STIELTJES blijft bij zijn onderzoek aan deze stelling van LAPLACE vasthouden en onderstelt dus met zijne voorgangers, dat de aarde eene tot evenwicht gekomen zware draaiende vloeistof is.

Als punt van uitgang wordt de eigenschap bewezen, dat het verschil van twee functies der kleine assen dezer ellipsoidale lagen, welke beide aan de vergelijkingen voor de integraal van gemiddelde dichtheid en van den traagheidsstraal voldoen, in het geheel verloop van de waarde der kleine as van het middelpunt tot het oppervlak, minstens tweemaal van teeken verwisselen. De grensbepaling wordt, gesteund op deze eigenschap, steeds verkregen door een ellipsoid, gesplitst in eene ellipsoidale kern en eene schil, te zoeken, waarin, bij eene aangenomen kleine as van de kern, de dichtheden van kern en schil zoo gekozen worden, dat aan de vergelijking voor de gemiddelde dichtheid en voor de traagheidsmomenten wordt voldaan.

Deze stelling en methode worden nu gebruikt tot het onderzoek der grenswaarden bij twee hypothesen.

In de eerste wordt slechts ondersteld, dat de dichtheid

naar 't middelpunt nimmer afneemt. Voor kern en schil zoekt men in dit geval elk eene gelijkmatige dichtheid. Neemt men verder de kleine as der kern zoo, dat de dichtheid van de buitenste schil *die* wordt, welke aan 't aardoppervlak is waargenomen, zoo vindt men daarbij voor de dichtheid der kern de minimumdichtheid in het aardmiddelpunt. Geeft men aan de kleine as der kern eene andere waarde, zoo vindt men voor kern en schil twee dichtheden, welke de uiterste grenzen zijn van de mogelijke dichtheid voor alle punten van het aardellipsoïd, gelegen in het oppervlak, dat wij als grensvlak der kern aannamen.

Belangrijker zijn echter de gevolgtrekkingen, welke verkregen werden, nadat de schrijver aan zijne onderstelling nog deze verdere heeft toegevoegd, dat de toeneming van dichtheid naar het middelpunt steeds langzamer plaats vindt. In de eerste plaats wordt dan eene splitsing gezocht zoo dat de dichtheid in de kern gelijkmatig is en in de schil regelmatig afneemt van de waarde, die zij in de kern heeft, tot die, welke aan 't oppervlak der aarde wordt waargenomen. Zoekt men dan ellipsoiden met kleinere kern van standvastige dichtheid en eene schil van verder regelmatig afnemende dichtheid, welke dus aan 't oppervlak niet tot de waargenomen dichtheid voert, zoo is de dichtheid van de kern de bovenste grens van de dichtheid van alle punten op haar oppervlak. Zoekt men ellipsoiden met grootere kern van regelmatig afnemende en schillen van verder eveneens regelmatig, doch nu sneller afnemende, dichtheid, zoo geeft de dichtheid aan 't grensvlak van schil en kern weder de maximumdichtheid voor de punten in de aarde, op dit grensvlak gelegen. De grafische voorstelling van de dichtheid van kern en schil als functie van de kleine as der lagen, levert in deze beide gevallen voor elk mogelijk grensvlak van kern en schil een paar rechte lijnen van verschillende hellingen, welke met de uiteinden aaneensluiten. Een scherpzinnig onderzoek van den schrijver leert nu, dat de inhullende van deze lijnstelsels de grafische voorstelling is van de minimumgrens der dichheid van eene laag, als functie van hare kleine as.

In het derde stuk van zijne verhandeling worden de ge-

gevens der waarneming, die wel is waar nog vrij onzeker zijn, gebruikt om de grenzen in getalwaarden uit te drukken.

Het geheele onderzoek van den Heer STIELTJES is even sierlijk als vernuftig, en uwe Commissie beveelt het dan ook gaarne voor de opneming in de Verslagen en Mededeelingen aan.

get. H. KAMERLINGH ONNES.
D. J. KORTEWEG.

QUELQUES REMARQUES

SUR LA

VARIATION DE LA DENSITÉ DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE.

PAR

T. J. STIELTJES.

Introduction.

1. Considérons la terre comme formée de couches ellipsoïdales, telles que la densité f soit constante dans l'étendue de chacune d'elles. Une de ces couches sera déterminée par le rayon x de la sphère équivalente et nous supposerons qu'à la surface on ait $x = 1$.

Il suit de ces notations que le volume de la terre est $\frac{4}{3}\pi$, sa masse est $4\pi \int_0^1 x^2 f(x)\, dx$. Donc la densité moyenne

$$\Delta = 3 \int_0^1 x^2 f(x)\, dx.$$

Dans ce qui suit, je suppose connu Δ, ainsi que le rapport

$$\lambda = \frac{\int_0^1 x^2 f(x)\, dx}{\int_0^1 x^2 f(x)\, dx},$$

dont on peut obtenir la valeur en combinant les observation

Fig. 1.

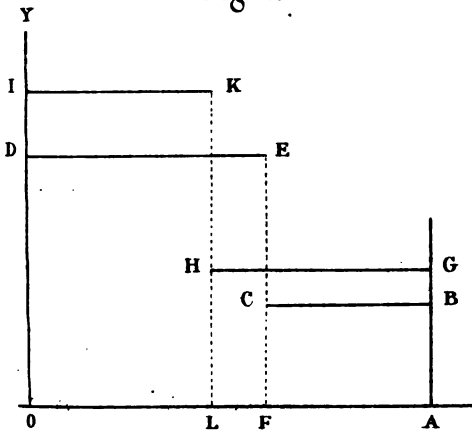


Fig. 2

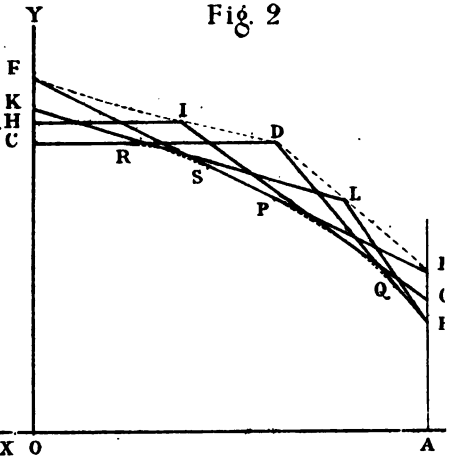


Fig. 3.

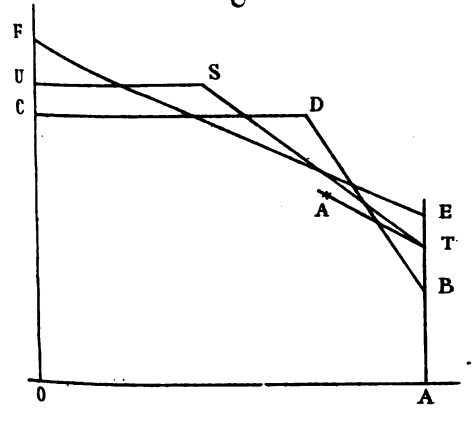
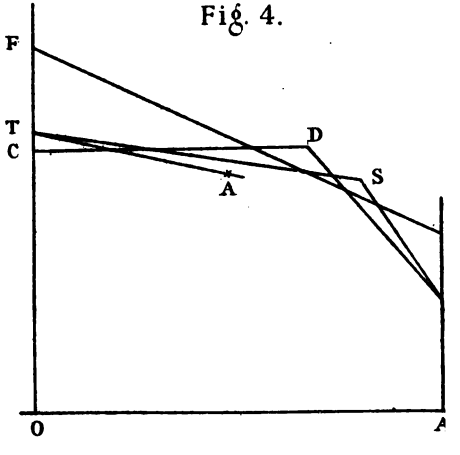
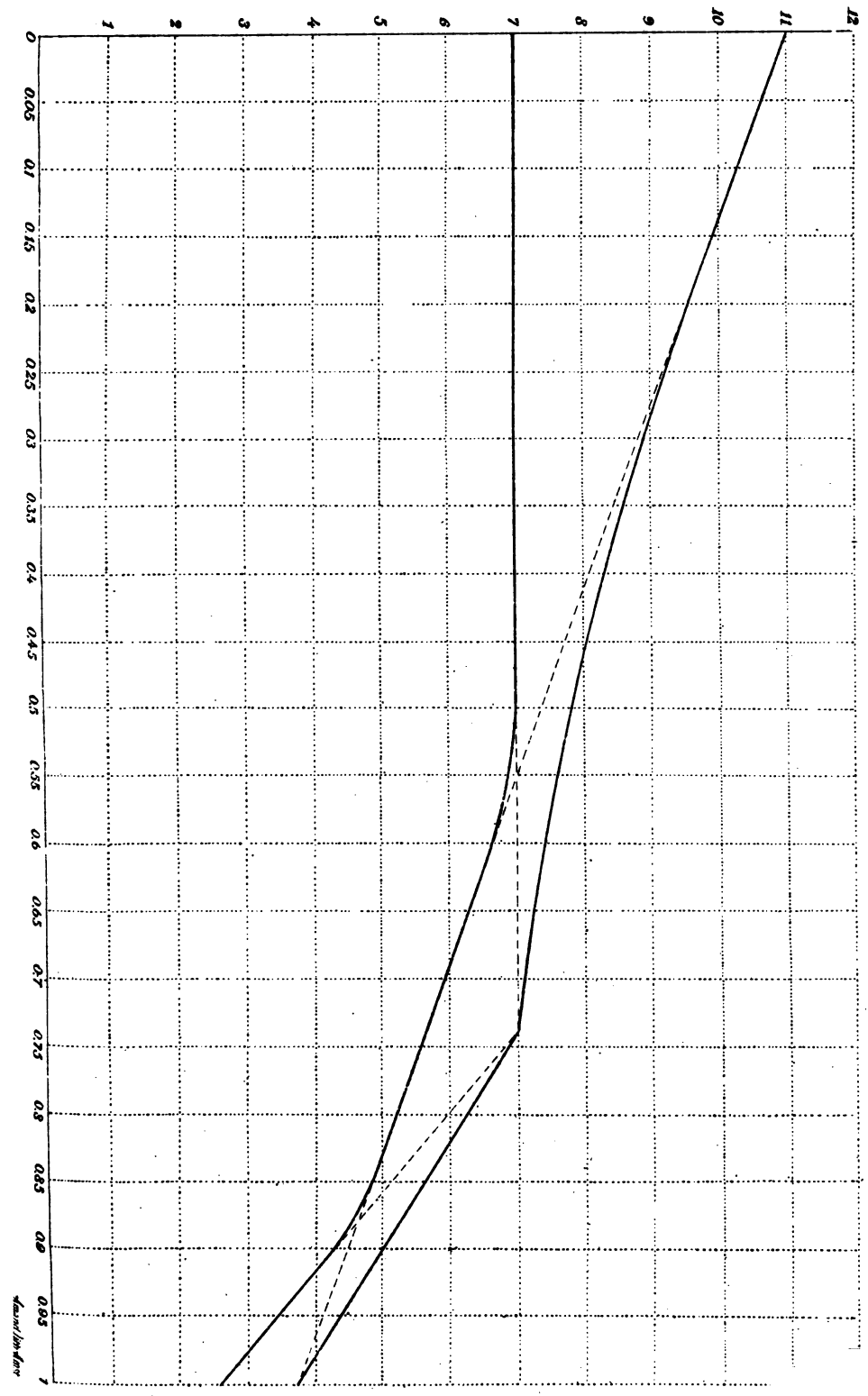


Fig. 4.



T. J. STIELTJES. Densité dans l'intérieur de la terre.



astronomiques avec celles qui servent à faire connaître la figure de la terre.

Enfin, comme dernière donnée, je prendrai la valeur de la densité à la surface: $f(1) = d$.

Dan ces conditions mon but est de limiter, autant que possible, la marche de la fonction inconnue $f(x)$. Cela n'est possible qu'à l'aide de certaines hypothèses: les deux suivantes seront discutées successivement.

I. La densité va continuellement en croissant de la surface jusqu'au centre de la terre.

II. La densité va continuellement en croissant de la surface jusqu'au centre, mais la rapidité de cet accroissement va en diminuant de la surface jusqu'au centre.

Enfin, dans une troisième partie, je considérerai brièvement la mise en nombres des résultats obtenus, et j'ajouterai une discussion de différentes formules qu'on a proposées pour représenter la densité dans l'intérieur de la terre.

Mais, avant d'entrer en matière, voici quelques remarques préliminaires qui se rapportent également à la discussion des deux hypothèses.

D'abord il convient d'introduire au lieu de Δ et λ les intégrales:

$$(1) \quad \ldots\ldots\ldots A = \int_0^1 x^2 f(x)\, dx,$$

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots B = \int_0^1 x^4 f(x)\, dx,$$

en sorte qu'on a $A = \frac{\Delta}{3}$, $B = \frac{\Delta}{3\lambda}$.

Ensuite, démontrons la proposition suivante:

» *Lorsque deux fonctions* $F(x)$, $G(x)$ vérifient les équations:

$$(3) \quad \ldots\ldots \int_0^1 x^2 F(x)\, dx = A, \quad \int_0^1 x^4 F(x)\, dx = B,$$

$$(4) \quad \ldots\ldots \int_0^1 x^2 G(x)\, dx = A, \quad \int_0^1 x^4 G(x)\, dx = B,$$

alors la différence $F(x) - G(x)$, *si elle n'est pas constamment égale à zéro, doit changer au moins* DEUX *fois de signe dans l'intervalle de zéro à l'unité*".

En effet les équations (3) et (4) donnent:

$$(5) \ldots\ldots \int_0^1 x^2 \left[F(x) - G(x)\right] dx = 0 ,$$

$$(6) \ldots\ldots \int_0^1 x^4 \left[F(x) - G(x)\right] dx = 0 ,$$

d'où il est évident que $F(x) - G(x)$ doit changer de signe au moins une fois.

Mais supposons que $F(x) - G(x)$ change *seulement* une fois de signe, et que par conséquent $F(x) - G(x)$ ait un signe déterminé pour les valeurs

$$o < x < b ,$$

et de même un signe déterminé, mais contraire au précédent, pour les valeurs

$$b < x < 1 ,$$

b étant comprise entre zéro et l'unité.

Posons:

$$F(x) - G(x) = \varphi(x) \qquad 0 < x < b$$
$$G(x) - F(x) = \psi(x) \qquad b < x < 1 ,$$

alors $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ ne changent pas de signe et ont même signe.

Or on devra avoir d'après (5) et (6):

$$\int_0^b x^2 \varphi(x)\, dx = \int_b^1 x^2 \psi(x)\, dx ,$$

$$\int_0^b x^4 \varphi(v)\, dx = \int_b^1 x^4 \psi(x)\, dx ,$$

d'où l'on tire:

$$\int_0^b x^2 (b^2 - x^2) \varphi(x)\, dx = \int_b^1 x^2 (b^2 - x^2) \psi(x)\, dx ,$$

équation absurde parce que les deux membres sont évidemment de signe contraire.

La proposition que nous venons de démontrer sera d'un usage continuel et l'on verra qu'à peu près tout ce qui suit en dépend.

Première partie.

Discussion de l'hypothèse I.

2. Nous allons donc supposer maintenant que $f(x)$ est une fonction décroissante.

Il convient d'observer d'abord que cela entraîne nécessairement entre nos données A, B, d l'inégalité:

(7) . . . . . $3A > 5B > d$.

L'inégalité $5B > d$ résulte immédiatement de la signification de ces quantités, et l'on démontre encore facilement, de diverses manières, que $3A > 5B$. Mais, pour faire connaître dès à présent la nature de la méthode dont je ferai un usage continuel dans la suite, je tirerai ici cette inégalité de la proposition du N°. 1.

J'observe pour cela qu'on peut déterminer les constantes p, q de l'expression $F(x) = p - qx$ de manière qu'elle satisfasse aux équations (3). On trouve ainsi:

$$F(x) = 30A - 45B - 12(3A - 5B)x ,$$

et comme la densité $f(x)$ satisfait aux équations (1) et (2), la différence $F(x) - f(x)$ doit changer au moins deux fois de signe d'après notre proposition. Or cela serait manifestement impossible si l'on avait $3A \leqq 5B$, parce qu'alors $F(x)$ serait croissant ou du moins non décroissant et ainsi $F(x) - f(x)$ varierait toujours dans le même sens. On doit donc avoir $3A > 5B$.

A la rigueur on pourrait avoir $3A = 5B$, mais alors $f(x)$ serait nécessairement constant et $5B = d$. Nous ferons abstraction de ce cas, parce que pour la terre les inégalités (7) ont lieu effectivement.

3. *Limite inférieure m de la densité au centre.*

Tâchons de déterminer une loi de densité de la manière suivante :

$$f(x) = m \text{ de } x = 0 \text{ jusqu'à } x = a < 1$$
$$f(x) = d \text{ de } x = a \text{ jusqu'à } x = 1.$$

Les inconnues m et a doivent être trouvées par les conditions (1) et (2); — on obtient après une légère réduction :

$$3A - d = (m - d)\,a^3$$
$$5B - d = (m - d)\,a^5,$$

d'où

$$(8) \ldots\ldots\ldots a = \sqrt{\frac{5B - d}{3A - d}}$$

$$(9) \ldots\ldots\ldots m = d + \sqrt{\frac{(3A - d)^5}{(5B - d)^3}}.$$

Comme on le voit par les inégalités (7), la valeur de a est inférieure à l'unité; quant à $m = d + \frac{3A - d}{a^3}$, à cause de $a < 1$ il vient $m > 3A$, c'est-à-dire m est supérieur à la densité moyenne de la terre, — ce qui est évident à priori.

En prenant (fig. 1) un système d'axes rectangulaires OX, OY, $OA = 1$, $OD = m$, $AB = d$, $OF = a$, cette loi de densité est représentée par les deux droites DE, CB. Or il est évident maintenant que m est la densité minima au centre, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune loi de densité qui donne pour $x = 0$ une densité inférieure à m. En effet, désignons par $f(x)$ la loi de densité représentée par DE, CB, et par $f_1(x)$ une autre loi de densité, qui donnerait au centre une densité inférieure à m; on voit aussitôt que $f(x) - f_1(x)$ ne pourrait présenter qu'un seul changement de signe, ce qui est impossible d'après la proposition du N°. 1.

4. Dans la suite, la limite inférieure de la densité pour $x = b$ sera désignée par $t(b)$ et la limite supérieure de cette même densité par $T(b)$. Le résultat que nous venons d'obtenir s'exprime donc ainsi: $t(0) = m$, tandis qu'on a évidemment $t(1) = d$, $T(1) = d$.

Nous nous proposons de déterminer ces fonctions $t(b)$, $T(b)$ pour une valeur quelconque de b.

D'abord il est évident, en jetant un regard sur la fig. 1, que

$$t(b) = d \qquad a \leqq b \leqq 1,$$

et à l'aide d'un raisonnement, tout-à-fait analogue à celui qui nous a fait voir que $t(o) = m$, on se convaint que

$$T(a) = m.$$

La fonction $t(b)$ étant connue maintenant pour les valeurs de b comprises entre a et l'unité, il reste seulement à trouver la valeur de $t(b)$ pour les valeurs positives de b inférieures à a. (Nous savons déjà que $t(o) = m$).

Pour cela, je cherche une fonction $F(x)$, ainsi:

$$F(x) = K \qquad o < x < b$$
$$F(x) = k \qquad b < x < 1,$$

K et k étant des constantes qui doivent être déterminées par les conditions (3). Un calcul facile donne:

$$K = \frac{3(1-b^5)A - 5(1-b^3)B}{b^3(1-b^2)},$$

$$k = \frac{5B - 3b^2A}{1-b^2}.$$

La valeur de k, considérée comme fonction de b, est décroissante, et comme on voit facilement que pour $b = a$ il vient $k = d$, la valeur de k sera supérieure à d dans l'hypothèse actuelle $o < b < a$. D'après la proposition du N° 1 on en conclut $K > m$. Dans la fig. 1 la fonction $F(x)$ est représentée par les droites IK, HG et $OL = b$.

On voit maintenant, d'après un raisonnement déjà développé plus d'une fois, qu'il ne peut exister une loi de den-

sité qui donne pour $x = b$ une densité inférieure à k ou supérieure à K; donc $t(b) \geqq k$, $T(b) \leqq K$.

La fonction $F(x)$ n'est pas, à proprement parler, une fonction qui puisse être assimilée à la densité, parce qu'on a $T(1) = k > d$. Mais on peut se figurer une loi de densité qui diffère très peu de $F(x)$ dans tout l'intervalle de zéro à l'unité et qui présente seulement dans le voisinage de la surface un changement extrêmement rapide de k à d.

D'après cette remarque, on doit avoir : $t(b) = k$, $T(b) = K$,

c.à.d.: $t(b) = \dfrac{5B - 3b^2 A}{1 - b^2}$, $T(b) = \dfrac{3(1-b^5)A - 5(1-b^3)B}{b^3(1-b^2)}$,

sous la condition $o < b \leqq a$.

La fonction $t(b)$ est maintenant parfaitement connue. Remarquons qu'elle présente une discontinuité; en effet, ϵ étant infiniment petit, on a

$$t(\epsilon) = 5B < 3A$$

et

$$t(o) = m > 3A.$$

Cette singularité s'explique très bien si l'on fait attention à la grande différence qui existe entre les deux lois de densité qui donnent la densité minima au centre et la densité minima dans un point voisin du centre.

5. Il reste à déterminer $T(b)$ pour les valeurs de b comprises entre a et 1. J'observe pour cela que:

$$B = \int_0^b x^4 f(x)\,dx + \int_b^1 x^4 f(x)\,dx,$$

donc

$$B \geqq f(b) \int_0^b x^4\,dx + f(1) \int_b^1 x^4\,dx \qquad \text{c.à.d.:}$$

$$B \geqq \tfrac{1}{5} b^5 f(b) + \frac{1 - b^5}{5} d,$$

par conséquent

$$f(b) \leqq \frac{5B - (1 - b^5)d}{b^5}.$$

Il est évident par là qu'on doit avoir aussi:

$$(10) \ldots\ldots \quad T(b) \leqq \frac{5B - (1-b^5)d}{b^5}.$$

C'est une simple limitation de $T(b)$, qu'on pourrait facilement vérifier dans l'intervalle $o < b \leqq a$ où nous connaissons déjà la valeur exacte de $T(b)$. On voit aussi que pour $b = a$ il faut mettre le signe $=$ dans la relation (10).

Mais je dis maintenant qu'on a pour toute valeur de b comprise entre a et 1:

$$T(b) = \frac{5B - (1-b^5)d}{b^5}.$$

Pour le démontrer en toute rigueur, il faudrait faire voir que, R étant une quantité inférieure à $\frac{5B-(1-b^5)d}{b^5}$ mais en différant aussi peu qu'on le veut, il existe toujours une loi de densité telle que $f(b) = R$. Mais il me semble que l'indication suivante suffit.

Soit

$$\varphi(x) = \frac{5B - (1-b^5)d}{b} \qquad o \leqq x \leqq b$$

$$\varphi(x) = d \qquad b \leqq x \leqq 1,$$

on vérifie sans peine que

$$\int_0^1 x^4 \varphi(x)\, dx = B.$$

En désignant par A' la valeur de l'intégrale $\int_0^1 x^2 \varphi(x)\, dx$, on trouve:

$$A' = \frac{5B - d + b^2 d}{3b^2}.$$

Considérée comme fonction de b, A' est décroissante, et pour $b = a$, $A' = A$; donc, dans la supposition $a < b < 1$, A' est inférieure à A.

La fonction $\varphi(x)$ ne satisfait donc pas aux conditions imposées à la densité, mais en posant :

$$f(x) = \varphi(x), \qquad \varepsilon < x < 1$$

$$f(x) = \varphi(x) + \frac{A - A'}{\varepsilon x^2}, \quad o < x < \varepsilon,$$

ε étant une quantité aussi petite qu'on voudra, il vient

$$\int_0^1 x^2 f(x)\, dx = A' + \int_0^{\varepsilon} \frac{A - A'}{\varepsilon}\, dx = A$$

$$\int_0^1 x^4 f(x)\, dx = B + \int_0^{\varepsilon} \frac{A - A}{\varepsilon}\, x^2\, dx = B + \tfrac{1}{3}(A - A')\,\varepsilon^3.$$

En prenant ε infiniment petit, la fonction $f(x)$ satisfait donc bien aux conditions imposées à la densité et l'on a $f(b) = \dfrac{5B - (1 - b^5)d}{b^5}$.

D'une manière sommaire, mais peu exacte, on pourrait dire que. pour avoir la plus grande densité pour $x = b > a$, il faut se figurer comme condensée dans le centre de la terre une partie finie de la masse totale de la terre. Cette partie de la masse a alors une influence appréciable dans l'intégrale $\int_0^1 x^2 f(x)\, dx$, mais elle ne change en rien la valeur de $\int_0^1 x^4 f(x)\, dx$, à cause du facteur x^4.

En réunissant les résultats obtenus, on a les formules suivantes :

$$(11) \ldots\ldots \begin{cases} t(o) = m & \\ t(b) = \dfrac{5B - 3b^2 A}{1 - b^2} & o < b \leqq a \\ t(b) = d & a \leqq b \leqq 1 \end{cases}$$

$$(12)\ \ldots\ \begin{cases} T(b) = \dfrac{3(1-b^5)A - 5(1-b^3)B}{b^3(1-b^2)} & o < b \leqq a \\ T(b) = \dfrac{5B - (1-b^5)d}{b^5} & a \leqq b < 1 \\ T(1) = d. \end{cases}$$

La fonction $T(b)$ présente une discontinuité ; en effet, ε étant infiniment petit, on a :

$$T(1-\varepsilon) = 5B > d$$
$$T(1) = d.$$

DEUXIÈME PARTIE.

Discussion de l'hypothèse II.

6. Dans ce qui suit, nous admettrons:

1° que la fonction $f(x)$ ne croît jamais avec x.

2° que la fonction $\dfrac{df(x)}{dx}$ ne croît jamais avec x.

Quant à cette seconde condition, elle semble exiger l'existence de la fonction dérivée $\dfrac{df(x)}{dx}$; pour cette raison, il vaut mieux l'énoncer un peu autrement, en disant que, sous la condition

$$o \leqq x < y < z \leqq 1,$$

on doit avoir toujours:

$$(13)\ \ldots\ldots\ \frac{f(x) - f(y)}{y - x} \leqq \frac{f(y) - f(z)}{z - y}.$$

Notons une différence profonde qui existe entre notre hypothèse actuelle et celle que nous venons de discuter. Dans la première hypothèse, la fonction $f(x)$ peut avoir un saut brusque pour une valeur quelconque de x ; on voit facilement que cela n'est plus possible maintenant, à cause de la condition (13), que pour la seule valeur $x = 1$.

Voyons d'abord quelles relations l'hypothèse actuelle entraîne entre les données A, B, d.

Naturellement, on a comme auparavant, $3A > 5B > d$, mais il existe encore une autre relation, propre à notre hypothèse. Pour la trouver, considérons la fonction $F(x)$, qui s'est présentée déjà dans le N°. 2:

$$F(x) = 30A - 45B - 12(3A - 5B)x$$

et qui vérifie les relations:

$$\int_0^1 x^2 (Fx)\,dx = A, \quad \int_0^1 x^4 F(x)\,dx = B.$$

Cette fonction $F(x)$ décroît de $M = F(o) = 30A - 45B$ jusqu'à $D = F(1) = 15B - 6A$.

Je dis maintenant que la valeur $d = f(1)$ doit être inférieure à $D = 15B - 6A$. C'est ce qu'on voit facilement en jetant le regard sur la fig. 2, où la fonction $F(x)$ est représentée par la droite FE, et en se rappelant que la différence $F(x) - f(x)$ doit changer au moins deux fois de signe d'après la proposition du N°. 1. Cela se fonde sur la notion qu'on a d'une courbe qui tourne sa concavité vers OA, car c'est par une telle courbe qu'est représentée la fonction $f(x)$ d'après notre hypothèse. Mais voici une démonstration arithmétique. Supposons $d > D$, alors $F(x) - f(x)$ est négative pour $x = 1$, et comme cette différence doit changer au moins deux fois de signe, il doit exister un nombre $a < 1$ tel que $F(a) - f(a) > 0$, et un nombre $b < a$ tel que $F(b) - f(b) < 0$, donc:

$$F(1) < f(1),$$
$$F(a) > f(a),$$
$$F(b) < f(b),$$

d'où l'on tire:

$$\frac{F(a) - F(1)}{1 - a} > \frac{f(a) - f(1)}{1 - a}, \quad \frac{F(b) - F(a)}{a - b} < \frac{f(b) - f(a)}{b - a};$$

mais évidemment $\dfrac{F(a) - F(1)}{1 - a} = \dfrac{F(b) - F(a)}{a - b}$, donc:

$$\frac{f(b)-f(a)}{a-b} > \frac{f(a)-f(1)}{1-a},$$

ce qui est en contradiction avec la relation (13), en posant, comme il est permis de le faire, $x=b$, $y=a$, $z=1$. La supposition $d > D$ ne peut être admise, et nous pouvons noter les conditions:

$$(14)\ \ldots\ldots\ldots \begin{cases} 3A > 5B > d, \\ 15B - 6A > d. \end{cases}$$

On voit encore que, si l'on avait $15B - 5A = d$, la fonction $f(x)$ serait parfaitement définie et devrait être identique à $F(x)$; nous ferons abstraction de ce cas, qui ne se présente pas dans la nature *).

Nous allons nous occuper maintenant du même problème qui a déjà été resolu dans notre première hypothese — c.à.d. nous allons chercher la limite supérieure $T(b)$ et la limite inférieure $t(b)$ de la densité pour $x=b$.

7. Considérons d'abord les valeurs particulières $T(0)$, $t(0)$. La fig. 2 fait voir immédiatement que $T(0)$ n'est autre chose que la valeur de la fonction $F(x)$, considérée dans le N°. précédent pour $x=0$, donc:

$$(15)\ \ldots\ldots\ T(0) = M = 30A - 45B.$$

Quant à la valeur de $t(0)$, que nous désignerons par m, on voit sans peine qu'elle correspond à la loi de densité suivante: une densité constante m de $x=0$ jusqu'à une certaine valeur $x=a<1$, représentée dans la fig. 2 par la droite horizontale $C\,D$, et pour $x>a$ un décroissement régulier de la densité jusqu'à la valeur d représentée par la droite $D\,B$; donc:

$$f(x) = m \qquad 0 < x < a$$

$$f(x) = m - \frac{m-d}{1-a}(x-a) \qquad a < x < 1.$$

---

*) En introduisant Δ et λ au lieu de A et B, la limitation $15B - 6A > d$ peut se mettre sous la forme $\lambda < \frac{5\Delta}{2\Delta + d}$. Adoptant les valeurs $\Delta = 5{,}56$ et $d = 2.6$, il vient $\lambda < 2.026$, tandis qu'on a $\lambda = 1.87$, avec une erreur que j'estime ne pouvoir dépasser notablement 0.06.

Mais il faut faire voir qu'on obtient une détermination convenable des deux inconnues m et a par les équations (1) et (2). Or on obtient après quelques réductions qui se présentent d'elles-mêmes:

$$12\,A - 4\,d = (1+a)(1+a^2)(m-d),$$
$$30\,B - 6\,d = (1+a)(1+a^2+a^4)(m-d),$$

d'où, pour la détermination de a:

$$(16)\ \ldots\ \frac{1+a^2+a^4}{1+a^2} = \frac{15\,B-3\,d}{6\,A-2\,d} = \frac{3(5\,B-d)}{2(3\,A-d)}.$$

Le membre tout connu est supérieur à l'unité mais inférieur à $\frac{3}{2}$ d'après les inégalités (14), tandis qu'on voit facilement que l'expression $\frac{1+a^2+a^4}{1+a^2}$ varie de 1 à $\frac{3}{2}$, en croissant constamment, quand a varie de 0 à 1. Donc l'équation (16) détermine une valeur unique de a, comprise entre 0 et 1.

Après avoir calculé a, on trouve m à l'aide de:

$$(17)\ \ldots\ldots\ m = d + \frac{12\,A - 4\,d}{(1+a)(1+a^2)},$$

et à cause de $a < 1$ on voit que $m > 3\,A$, c.à.d. m est supérieur à la densité moyenne de la terre, ce qui est évident à priori.

8. Voici maintenant comment on obtient la valeur de $T(b)$ pour une valeur quelconque de b. Supposons d'abord b comprise entre zéro et la valeur a déterminée dans le N°. précédent.

Soit:

$$F(x) = K \qquad 0 < x < b$$
$$F(x) = K - h(x-b) \qquad b < x < 1$$

et déterminons les constantes K, h par les conditions (3).

On obtient:

$$K = \frac{6(5 - 6\,b + b^6)\,A - 15(3 - 4\,b + b^4)\,B}{1 - 3\,b^4 + 2\,b^6}$$

$$h = \frac{36\,A - 60\,B}{1 - 3\,b^4 + 2\,b^6}.$$

Dans la fig. 2 cette fonction $F(x)$ est représentée par la ligne brisée HIG, et l'on trouve

$$F(1) = AG = \frac{15\,(1+b^2)\,B - 6\,(1+b^2+b^4)\,A}{1+b^3-2\,b^4}.$$

Comme en voit, h est positif et croît avec b. Quant à la valeur de $F(1)$, elle décroît avec b. C'est ce qui résulte de l'expression:

$$F(1) = \frac{5\,B - 3\,p\,A}{1-p} = 3\,A - \frac{3\,A - 5\,B}{1-p},$$

où $p = \dfrac{2\,(1+b^2+b^4)}{3\,(1+b^2)}$ est une fonction croissante.

De ce que h croît et $F(1)$ décroît avec b on peut conclure, d'après la proposition du N°. 1, que K est décroissant. On pourrait aussi s'en convaincre directement.

Il est évident maintenant que pour $b = 0$ la droite IG se confond avec FE, et pour $b = a$ elle se confond avec DB. Le point G se meut donc de E vers B, en sorte que $F(1)$ ne devient pas inférieur à d.

On voit maintenant immédiatement qu'il ne peut exister une loi de densité qui donne pour $x = b$ une densité supérieure à K; donc $T(b) = K$, c.à.d.:

$$(18).\quad T(b) = \frac{6(5-6\,b+b^6)A - 15\,(3-4\,b+b^4)B}{1-3\,b^4+2\,b^6} \quad 0 \leqq b \leqq a.$$

Comme on le voit $T(a) = m$.

L'équation de la droite IG est:

$$(19)\quad \begin{cases} y = K - h\,(x-b) & \text{où} \\ K = \dfrac{6\,(5-6\,b+b^6)\,A - 15\,(3-4\,b+b^4)\,B}{1-3\,b^4+2\,b^6} & \\ h = \dfrac{36\,A - 60\,B}{1-3\,b^4+2\,b^6}. & \end{cases}$$

Le système de droites $I\,G$ qu'on obtient en faisant varier b de 0 à a sera appelé le *premier système de droites*.

9. Supposons maintenant $a < b < 1$, et déterminons une loi de densité $f(x)$ ainsi :

$$f(x) = K - h(x - b) \qquad o < x < b$$

$$f(x) = \frac{1}{1-b}\left[K - d\,b - (K - d)\,x\right] \qquad b < x < 1$$

représentée par la ligne brisée $K\,L\,B$ de la fig. 2.

En déterminant K, h par les conditions (1), (2), on trouve:

$$K = \frac{30\,B - 12\,b^2\,A - (5 - b - 4b^2)\,d}{1 + b}$$

$$h = \frac{12\,(1 + b^2 + b^4)\,A - 30\,(1 + b^2)\,B + 2\,(1 + b^2 - 2\,b^4)\,d}{b^4}$$

La valeur de K décroît avec b, comme on le voit en écrivant:

$$K = d + \frac{(30\,B - 6\,d) - b^2\,(12\,A - 4\,d)}{1 + b}.$$

Au contraire, en observant que:

$$h = 12\,A - 4\,d - \frac{2\,(15\,B - 6\,A - d)}{q - 1},$$

où $q = \dfrac{1 + b^2 + b^4}{1 - b^2}$ est une fonction croissante, on voit que la valeur de h croît avec b.

Il est évident maintenant que pour $b = a$ la droite $K\,L$ se confond avec $C\,D$ et $h = o$. Pour des valeurs plus grandes de b, h est donc positif, et lorsque $b = 1$ la droite $K\,L$ se confond avec $F\,E$.

Il est facile de s'assurer qu'il ne peut exister aucune loi de densité qui donne pour $x = b$ une densité supérieure à K, donc:

$$(20).\ T(b) = \frac{30\,B - 12\,b^2\,A - (5 - b - 4\,b^2)\,d}{1 + b} \qquad a \leqq b < 1.$$

La fonction $T(b)$ est maintenant parfaitement connue ;

remarquons qu'elle présente une discontinuité: en effet, ε étant infiniment petit, on a:

$$T(1-\varepsilon) = 15\,B - 6\,A > d$$

$$T(1) = d.$$

En représentant la fonction $T(b)$ par une courbe, cette courbe se compose de deux arcs qui se rencontrent en D, où ils ont des tangentes distinctes. La tangente en F se confond avec la droite FE et les deux arcs sont convexes vers OA.

L'équation de la droite KL est:

$$(21)\quad \begin{cases} y = K - h\,(x - b) & \text{où} \\ K = \dfrac{30\,B - 12\,b^2\,A - (5 - b - 4b^2)\,d}{1 + b}, \\ h = \dfrac{12(1 + b^2 + b^4)A - 30(1 + b^2)B + 2(1 + b^2 - 2b^4)d}{b^4}. \end{cases}$$

Le système des droites KL qu'on obtient en en faisant varier b de a à 1 sera appelé le *second système de droites*. On verra facilement que l'intersection K se meut toujours dans le même sens de C vers F.

10. Il nous reste à déterminer la fonction $t(b)$, dont jusqu'à présent nous connaissons seulement les valeurs particulières $t(o) = m$, $t(1) = d$. Or cela ne semble pas possible d'une manière aussi directe que celle qui nous a fait trouver la valeur de $T(b)$. On verra aussi que l'expression analytique de $t(b)$ est beaucoup plus compliquée que celle de $T(b)$.

Imaginons que dans la fig. 2 on ait tracé les droites du premier et du second système. Cos droites occupent, dans leur ensemble, une certaine partie du plan, limitée inférieurement par une certaine courbe. Nous allons déterminer cette courbe,mais, pour motiver cette recherche qui pourrait sembler étrangère à notre objet, disons dès à présent que cette courbe n'est autre chose que la représentation géométrique de la fonction $t(b)$.

Évidemment, nous sommes amenés ainsi à la recherche des courbes enveloppes des deux systèmes de droites.

Courbe enveloppe du premier système de droites.

L'équation d'une droite du premier système a déjà été donnée, voyes form. (19). Pour avoir l'enveloppe, il faut prendre la dérivée par rapport à b et éliminer ensuite ce paramètre entre l'équation obtenue et l'équation primitive. On obtiendrait ainsi l'équation de la courbe enveloppe, mais cela serait de peu d'importance pour notre objet, et il est bien plus naturel d'exprimer seulement les coordonnées x, y de la courbe par le paramètre b, dont on connaît la signification. Les équations étant linéaires en x et y, ce calcul n'a aucune difficulté et l'on obtient:

$$(22)\ \ldots\ldots\ldots \begin{cases} x = \dfrac{10 + b^2 + b^4}{12} & o \leqq b \leqq a \\ y = \dfrac{5B - 3b^2 A}{1 - b^2}. \end{cases}$$

Il est remarquable que l'expression de x ne contient ni A, ni B. On obtient les extrémités P, Q de l'arc courbe, situées sur les droites FE, DB, en posant $b = c$ et $b = a$. L'abscisse du point P est donc $\frac{5}{6}$, celle de Q est $= \dfrac{10 + a^2 + a^4}{12}$ et par conséquent inférieure à l'unité.

Courbe enveloppe du second système de droites. On peut suivre la même voie pour obtenir cette seconde courbe, en partant de l'équation (21). On obtient par un calcul un peu laborieux, mais qni ne présente pas de difficulté:

$$(23)\ldots \begin{cases} (1+b)^2(4+2b^2)x = 3b + 6b^2 + 4b^3 + 2b^4, \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad a \leqq b \leqq 1 \\ b^3(1+b)^2(4+2b^2)y = 12(1+2b+3b^2+4b^3+5b^4)A \\ \qquad\qquad - 30\,(1 + 2b + 8b^2)\,B \\ + 2\,(1+b)\,(1-b)^2\,(1 + 3b + 7b^2 + 3b^3 + b^4)\,d \end{cases}$$

Ici encore l'expression de x ne contient point les données A, B, d.

On obtient les extrémités R, S de l'arc courbe, situées

sur les droites CD, FE, en posant $b = a$ et $b = 1$. L'abscisse du point R est positive, celle de S est $\frac{5}{3}$.

D'après cela, la limite inférieure de la partie du plan occupée par les droites du premier et second système se compose des 5 parties suivantes:

1° la droite horizontale CR,
2° l'are courbe RS,
3° la droite inclinée SP,
4° l'are courbe PQ,
5° la droite inclinée QB.

Nous allons faire voir maintenant que cette ligne $CRS PQB$ est réellement la représentation géométrique de la fonction cherchée $t(b)$. Supposons qu'on trace la ligne $y = f(x)$ et nommons cette ligne une courbe de densité. Alors nous devons montrer qu'aucune courbe de densité n'est possible qui pénètre dans la partie du plan au-dessous $CRSPQB$.

11. Voici d'abord quelques observations préliminaires:

(A) Une courbe de densité (qui commence toujours en B), ne peut avoir en B une inclinaison plus faible sur l'axe OA que la ligne BD. Cela est évident parce qu'elle doit couper en deux points la ligne brisée CDB, d'après la proposition du N°. 1.

(B) Toute courbe de densité doit couper en deux points la droite EF.

En suivant une courbe de densité de B vers l'axe OY, l'inclinaison de la tangente sur OA va toujours en diminuant, d'après notre hypothèse. Il est évident par là que l'inclinaison de cette tangente surpasse celle de EF pour la partie de la courbe entre B et la première intersection avec EF, tandis que l'inclinaison de la tangente est plus faible que celle de EF pour la partie de la courbe entre le second point d'intersection avec EF et l'axe OY.

Supposons maintenant qu'il existe une courbe de densité dont un point A est situé au-dessous de la courbe $CRSPQB$.

Je distingue deux cas:

1°. Le point A se trouve entre B et la première intersection de la courbe avec EF. (fig. 3.)

Alors la tangente en A doit couper la ligne BE dans un point T au-dessous de E parce que l'inclinaison de la tangente est plus forte que celle de EF. Mais ce point T doit se trouver au-dessus de B et ne peut se confondre avec B, car dans ce dernier cas la courbe de densité entre A et B devrait se confondre avec sa tangente AB, ce qui est impossible d'après (A).

Maintenant par le point T passe une droite du premier système TS, qu'on peut compléter T par une droite horizontale SU de manière à obtenir une ligne brisée TSU, représentation d'une fonction $F(x)$ qui satisfait aux conditions (3) *).

Or la courbe de densité se trouve située entièrement en dessous de sa tangente TA, par conséquent elle ne peut couper la droite TS. Quant à la droite horizontale SU, elle ne peut la couper qu'en un seul point. Mais, d'après la proposition du N°. 1, chaque courbe de densité doit avoir au moins deux intersections avec TSU, par conséquent il ne peut exister une courbe de densité avec le point A au-dessous de $CRSPQB$.

2°. Le point A se trouve entre la seconde intersection de la courbe de densité avec EF e l'axe OY (fig. 4). Alors la tangente en A doit couper OY en un point T au-dessous de F, parce que l'inclinaison de cette tangente sur OX est plus faible que celle de EF. Le point T se trouve naturellement au-dessus de C, parce que la courbe elle-même vient rencontrer l'axe OY audessus ce C.

Maintenant il passe par T une droite TS du second système, et joignant S et B par une droite, on peut regarder TSB comme une courbe de densité. Mais évidemment la courbe de densité passant par A ne peut couper la droite TS, et l'on se trouve de nouveau en contradiction avec la proposition du N°. 1.

En somme il ne peut exister aucune courbe de densité qui pénètre dans la partie du plan au-dessous de $CRSPQB$ et cette courbe est donc bien, comme nous l'avons annoncé, la représentation géométrique de la fonction $t(b)$.

---

*) La droite TS doit avoir naturellement une inclinaison sur OX plus forte que celle de TA, parce qu'on suppose que A se trouve dans la partie du plan au-dessous de la courbe limite des droites du premier système.

Voici maintenant la détermination analytique de la fonction $t(b)$.

Nommons x_1, x_2, x_3, x_4 les abscisses des points R, S, P, Q:

$$x_1 = \frac{3a+6a^2+4a^3+2a^4}{(1+a)^2(4+2a^2)},\quad x_2 = \frac{5}{8},\quad x_3 = \frac{5}{6},\quad x_4 = \frac{10+a^2+a^4}{12}.$$

Alors on a:

$$t(b) = m \qquad 0 \leqq b \leqq x_1.$$

Mais lorsque b est comprise entre x_1 et x_2, il faut d'abord calculer une quantité u comprise entre a et 1 à l'aide de l'équation du 4ième degré:

$$(1+u)^2(4+2u^2)\,b = 3u + 6u^2 + 4u^3 + 2u^4,$$

et l'on obtient $t(b)$ à l'aide de l'équation:

$$\begin{aligned} u^3(1+u)^2(4+2u^2)\,t(b) = {} & 12(1+2u+3u^2+4u^3+5u^4)\,A \\ & - 30(1+2u+3u^2)\,B \\ & + 2(1+4)(1-u)^2(1+3u+7u^3+3u^3+u^4)\,d. \end{aligned}$$

On a ensuite:

$$t(b) = 30A - 45B - 12(3A - 5B)\,b \qquad x_2 \leqq b \leqq x_3.$$

Dans le quatrième intervalle $x_3 \leqq b \leqq x_4$, il faut calculer la quantité u comprise entre 0 et a à l'aide de:

$$b = \frac{10+u^2+u^4}{12},$$

en ensuite on a

$$t(b) = \frac{5B - 3u^2A}{1-u^2}.$$

Enfin, dans le dernier intervalle $x_4 \leqq b \leqq 1$, on a:

$$t(b) = m - \frac{m-d}{1-a}(b-a).$$

J'avais d'abord considéré seulement les limites de la densité au centre de la terre, dans les deux hypothèses que nous venons de discuter complètement. En causant sur les résultats obtenus avec M. Bakhuyzen, celui-ci me suggéra l'idée de chercher des limites de la densité dans un point quelconque de l'intérieur de la terre. Je me suis aperçu alors que ma méthode donnait encore facilement la solution de ce problème plus général.

Troisième Partie.

12. Pour la réduction en nombres des résultats obtenus par la discussion de l'hypothèse II, j'adopterai les valeurs $d = 2.6$, $\Delta = 5.56$, ce dernier nombre étant celui donné par MM. Cornu et Bailie [*Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc.* Tome 76]. Quant à λ, cette constante est déterminée par la relation:

$$\lambda = \frac{\frac{C - A}{C}}{\varepsilon - \frac{1}{2}\varphi},$$

C et A étant les moments d'inertie de la terre par rapport à l'axe de rotation et à un diamètre quelconque de l'équation, ε l'aplatissement de la terre, φ le rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur. J'ai adopté la valeur

$$\frac{C - A}{C} = 0.00324256 \text{ *)}$$

obtenue par M. Nyren dans son Mémoire sur la détermination de la nutation de l'axe terrestre. [*Mém. de l'Acad. Impér. de St. Pétersb.*, VII^e Série, Tome XIX].

Quant à ε et φ, j'ai adopté les valeurs déduites par M. Listing *Nachrichte der Köngl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen* 1877).

$$\varepsilon = 0.003466445 = 1 : 288{,}4800$$
$$\varphi = 0.003467199 = 1 : 288.4179.$$

On en déduit $\lambda = 1.8712$, mais j'ai adopté simplement:

$$\lambda = 1.87.$$

Ce nombre est certainement sujet à quelque incertitude; il me semble pourtant difficile d'admettre que l'erreur surpasse notablement 0.06. J'ai donc calculé quelques valeurs numériques des fonctions $T(b)$ et $t(b)$ en adoptant les valeurs:

$$d = 2.6,\ \Delta = 5.56,\ \lambda = 1.87.$$

*) La légère différence entre ce nombre et celui qu'on trouve à la page 19 du Mémoire de M. Nagren s'explique par la Note qu'on trouve à la page 54.

mais, comme une faible variation de λ a une influence notable sur les résultats, j'ai encore repris le même calcul avec la valeur $\lambda = 1.92$.

Voici maintenant les valeurs obtenues, la fig. 5 donne la représentation graphique correspondant à la valeur $\lambda = 1.87$:

$\lambda = 1.87$, $a = 0.73985$, $m = 6.998$, $M = 11.001$, $D = 3.746$.
$\lambda = 1.92$, $a = 0.65416$, $m = 7.613$, $M = 12.162$, $D = 3.359$.

$\lambda = 1.87$, $x_1 = 0.50077$, $x_2 = \frac{5}{6}$, $x_3 = \frac{5}{6}$, $x_4 = 0.90392$,
$\lambda = 1.92$, $x_1 = 0.45278$, $x_2 = \frac{5}{6}$, $x_3 = \frac{5}{6}$, $x_4 = 0.88425$.

	$\lambda = 1.87$		$\lambda = 1.92$		
b	$T(b)$	$t(b)$	$T(b)$	$t(b)$	
0.00	11.00	7.00	12.16	7.61	
0.05	10.64	7.00	11.72	7.61	
0.10	10.28	7.00	11.28	7.61	
0.15	9.92	7.00	10.85	7.61	
0.20	9.57	7.00	10.43	7.61	
0.25	9.24	7.00	10.02	7.61	
0.30	8.92	7.00	9.63	7.61	
0.35	8.62	7.00	9.27	7.61	
0.40	8.34	7.00	8.93	7.61	
0.45	8.08	7.00	8.62	7.61	
0.50	7.84	7.00	8.33	7.51	
0.55	7.63	6.90	8.07	7.24	
0.60	7.44	6.64	7.84	6.87	
0.65	7.27	6.29	7.63	6,44	
0.70	7.11	5.92	7.05	6.00	
0.75	6.87	5.56	6.43	5.56	
0.80	6.24	5.20	5.81	5.12	
0.85	5.62	4.83	5.20	4.68	
0.90	4.99	4.29	4.58	4.05	
0.95	4.37	3.45	3.97	3.32	
1.00	2.60 (3.75)	2.60	2.60 (3.36)	2.60	

13. Newton, en considérant la terre comme une masse fluide homogène, douée d'un mouvement de rotation, et en supposant que la forme prope à l'équilibre est celle d'un ellipsoïde de révolution, a déterminé le rapport des axes du globe terrestre. En nommant φ le rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur, il trouve l'aplatissement égal à $\frac{5}{4}\varphi$.

Clairaut, dans sa *Théorie de la figure de la terre*, a confirmé ce résultat, et, en abandonnant l'hypothèse de l'homogénéité, il a donné pour la première fois le moyen de déterminer l'aplatissement en supposant donnée la loi de la variation de la densité. En supposant que la densité croît constamment à mesure qu'on s'approche du centre de la terre, il arrive à ce résultat que l'aplatissement est plus faible que dans l'hypothèse de l'homogénéité.

Quand, plus tard, les observations avaient montré d'une manière certaine que l'aplatissement du globe terrestre est, en effet, plus faible que dans l'hypothèse d'une densité constante, il était naturel de proposer une loi de densité propre à donner l'aplatissement observé.

Il paraît que la première hypothèse proposée est celle de Legendre, que Laplace a discutée plus tard dans la *Mécanique céleste;* elle revient à supposer:

$$f(x) = C\frac{\sin n\,x}{x}.$$

On en déduit aisément:

$$\Delta = 3\int_0^1 x^2 f(x)\,dx = 3\,C\frac{\sin n - n\cos n}{n^2}$$

$$\lambda = \frac{\int_0^1 x^2 f(x)\,dx}{\int_0^1 x^4 f(x)\,dx} = \frac{n^2(\sin n - n\cos n)}{(3n^2-6)\sin n - (n^3-6n)\cos n}$$

$$d = C\sin n\,.$$

D'après la théorie de CLAIRAUT, l'aplatissement ε se détermine à l'aide de

$$\varepsilon = \tfrac{5}{4}\varphi \frac{\frac{3(1 - n\,cotg\,n)}{n^2} - 1}{\frac{1}{1 - n\,cotg\,n} - 2 - n\,cotg\,n}.$$

En adoptant la valeur $\Delta = 5.56$ et la valeur de φ donnée précédemment d'après LISTING, j'ai calculé les valeurs de d, λ, ε pour quelques valeurs de n; — voici les résultats:

Hypothèse de Legendre.

n	d	λ	ε
136°	3.02	1.948	1 : 286.3
137	2.97	1.954	1 : 287.5
138	2.93	1.961	1 : 288,7
139	2.88	1.968	1 : 290.0
140	2.83	1.975	1 : 291.3
141	2.78	1.982	1 : 292.6
142	2.73	1.990	1 : 294.0
143	2.68	1.998	1 : 295.4
144	2.63	2.006	1 : 296.8
145	2.57	2.014	1 : 298.2
146	2.52	2.022	1 : 299.7

Comme on le voit, l'hypothèse de LEGENDRE ne peut pas représenter suffisamment les faits observés. Dans la *Mécanique céleste*, LAPLACE admet la valeur $n = 150°$, ce qui répond à la valeur 1 : 306.6 de l'aplatissement, qu'on ne peut plus admettre. On voit aussi qu'on obtient ainsi une valeur beaucoup trop forte de λ.

La loi de LEGENDRE $f(x) = C\frac{\sin n x}{x}$ ne satisfait pas à notre hypothèse II. On trouve que $f''(x)$ change de signe dans le voisinage de la surface de la terre, en sorte que la courbe de densité présente une inflexion. Toutefois, la convexité vers l'axe

OA est peu sensible. — Plus tard M. Roche a proposé la formule $f(x) = a - b\,x^2$; mais je passerai directement à la loi plus générale:

$$f(x) = a - b\,x^n\,,$$

proposée par M. Lipschitz (*Journal de* Borchardt. Bd 62).

Dans cette hypothèse, l'équation différentielle du second ordre d'où dépend l'aplatissement peut s'intégrer à l'aide de la fonction hypergéométrique de Gauss. Les trois constantes a, b, n sont déterminées à l'aide des trois données d. Δ, et $\frac{\varepsilon}{\varphi}$.

M. Lipschitz obtient une équation transcendante pour l'inconnue n et démontre par une analyse ingénieuse que cette équation admet une seule racine positive. Dès que n est connu, on obtient a et b par les formules:

$$a = \frac{(n+3)\,\Delta - 3\,d}{n}$$

$$b = \frac{(n+3)\,(\Delta - d)}{n}.$$

M. Lipschitz obtient ainsi:

$$f(x) = 9.453\,x^{2.39}.$$

en attribuant à d, Δ, $\frac{\varepsilon}{\varphi}$ des valeurs qui diffèrent légèrement de celles que nous avons données plus haut. Comme on le voit, la seule donnée qui n'a pas été employée par M. Lipschitz, c'est la quantité λ. On peut donc avoir une vérification en calculant la valeur de λ d'après la formule de M. Lipschitz. J'ai donc calculé la valeur de λ en adoptant la valeur $\Delta = 5.56$ et les valeurs de ε et de φ d'après Listing, pour différentes valeurs de d. J'ai obtenu ainsi *):

*) J'ai pu abréger beaucoup les calculs nécessaires à l'aide d'une formule que M. Tisserand a bien voulu me communiquer et que l'on trouvera dans les *Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc.* (Octobre. 13, 1884). Cette formule donne directement une valeur suffisamment approchée de n.

d	λ
2.0	1.963
2.2	1.963
2.4	1.963
2.6	1.963
2.8	1.964
3.0	1.964

Comme on le voit, cette valeur de λ est un peu forte et à peu près indépendante de d. Mais la valeur de λ ne dépend pas des valeurs absolues de d et Δ, mais seulement de leur rapport. On ne peut donc pas obtenir une valeur plus faible de λ en faisant varier Δ. Il reste seulement à chercher l'influence de l'aplatissement. Les résultats précédents supposent $\varepsilon = 1 : 288.48$, mais en posant $\varepsilon = 1 : 280$, $d = 2.6$ (les autres données restant les mêmes) il vient:

$$\lambda = 1.927.$$

Comme on le voit, dans toutes les hypothèses admissibles, on obtiendra toujours une valeur de λ un peu forte. Cela semble indiquer que la densité au centre est encore un peu plus faible et que la diminution de la densité en s'éloignant du centre est encore plus lente, que ne le suppose la loi de M. LIPSCHITZ.

Leide, Octobre 1884.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 27 December 1884.

Tegenwoordig de Heeren: VAN DER WAALS, Onder-Voorzitter, MULDER, BEYERINCK, DE VRIES, ZAALJER, VAN BEMMELEN, BAEHR, SCHOLS, VAN DIESEN, VAN RIEMSDIJK, GUNNING, KOSTER, STOKVIS, LORENTZ, MAC GILLAVRY, GRINWIS, BIERENS DE HAAN, HUBRECHT, HOEK, DONDERS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. R. MELVIL VAN LIJNDEN, Secretaris van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen te Utrecht, November 1884; 2°. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, 13 December 1884; 3°. H. SANTESSON, Bibliothecaris van het Institut Royal Géologique te Stockholm, 30 November 1884; 4°. H. PHILLIPS, Secretaris der Numismatic and Antiquarian Society te Philadelphia, 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. Het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 15 December 1884; 2°. het Ministerie van Marine te 's Gravenhage, 27 December 1884; 3°. R. Melvil van Lijnden, Secretaris van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen te Utrecht, November 1884; 4°. J. Bosscha, Directeur der Polytechnische School te Delft, 10 December 1884; 5°. den Directeur van het Institut Royal Géologique de Hongrie te Budapest, 6 October en 17 December 1884; 6°. Forstemann, Archivaris der Kön. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 1 November 1884; 7°. H. Knoblauch, Voorzitter der Kais. Leop.-Carol. Akademie der Naturforscher te Halle a/S., 7 November 1884; 8°. de Directie der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Alterthümer te Emden, 16 November 1884; 9°. R. Heidenhain, Voorzitter der Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur te Breslau, 20 October 1884; 10°. H. Santesson, Bibliothecaris van het Institut Royal Géologique te Stockholm, 30 November 1884; 11°. C. Annerstedt, Bibliothecaris der Universiteit te Upsala, 30 September 1884; 12°. K. Ad. Moberg, Directeur der Geologische Commissie te Helsingfors, 13 December 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— De Heeren Buys Ballot en von Baumhauer hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— Ingekomen is een brief van den Heer A. Wichers (Dec. 1884, redacteur aan de *Amsterdamsche Courant*, ter begeleiding van een kort opstel, getiteld: »Eene leerwijze, waardoor de wortels der algemeene vergelijking van den 5den graad in eindigen vorm worden uitgedrukt", waarover het oordeel der Afdeeling wordt ingeroepen.

Nadat de Heer Schols, door den Voorzitter daartoe uitgenoodigd, bezwaar had gemaakt, de taak van rapporteur over dit opstel te aanvaarden, verklaart de Heer Bierens de Haan zich bereid, aan den wensch des Voorzitters gevolg te geven.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt het volgende mede:

Bij gelegenheid van een onderzoek naar de vorming van andere pyrochromaten dan de bekende alkalizouten, heeft de Heer C. HENSGEN, assistent aan het anorg. scheik. labor. der univ. te Leiden, twee nieuwe dubbelchromaten, van mangaanoxydule en kali en van mangaanoxydule en ammonia, in kristallijnen toestand en van vaste samenstelling verkregen.

K_2CrO_4 aq geeft met $MnSO_4$ aq een amorph bruinzwart neerslag. De samenstelling daarvan is nog onzeker; het houdt waarschijnlijk kaliumchromaat in *). Wordt dit met eene geheel verzadigde opl. van K_2CrO_4 zoo lang uitgewasschen tot het geheel vrij van zwavelzuur is en dan in warme en sterke CrO_3 aq opgelost, zoo scheidt zich daaruit bij verdamping boven zwavelzuur allengs een dubbelzout af, als een bruinviolet kristallijn poeder. Wordt dit nu met sterke CrO_3 aq op 180—200° in eene geslotene buis verhit, en aan langzame afkoeling blootgesteld, dan scheiden zich grootere blauwzwart glanzende kristallen af; deze zijn tegen water bestand.

Zij werden uitgewasschen met verd. K_2CrO_4 aq, daarna met water, alkohol, aether, en geanalyseerd. Het water werd niet uit het gewichtsverlies na verhitting afgeleid, maar rechtstreeks bepaald door binding aan chloorcalcium.

	Berekend.	Gevonden. I.	Gevonden. II.	Gemiddelde molec. verhoud.
K_2O	15.32	15.12	14.97	1
3 (CrO_3) . .	49.54	49.90	49.77	3.08
2 (MnO). . .	23.29	23.55	23.42	2.06
4 (H_2O). . .	11.82	11.18	11.49	3.95

Het ammoniumzout werd naar dezelfde methode bereid; In de plaats van het K_2CrO_4, werd een bijna door H_3N geneutraliseerd $(NH_4)^2Cr_2O_7$ aq gebezigd.

---

*) De onderzoekingen van WARINGTON (1805), BENSCH (1842), DAUSON (1842), FAIRBIE (1851), FREESE (1870), laten omtrent de samenstelling nog twijfel over.

	Berekend.	Gevonden I.	Gevonden II.	Gemiddeld. molec. verh.	
$(NH_4)^2O$ . . .	9.15	8.88	9.02	1	$(NH_4)^2O$
3 CrO_3. . . .	53.05	53.31	53.42	3.2	CrO_3
2 MnO. . . .	25.12	25.21	25.26	2.1	MnO
4 H_2O	12.66	—	—	4.2	H_2O
Alle waterstof als water berekend.		III.	IV.		
8 H_2O.	25.32	25.52	25.73	8.4	
		112.92	113.43		
Af te trekken *)		12.81	12.81		
		100.11	99.62		

De ammoniak werd rechtstreeks bepaald. Het water werd bepaald door de stof te verhitten in eene glazen buis met koperoxyde en voorgelegd kopergaas, en het gevormde water in een $CaCl_2$ buis op te vangen. Op die wijze wordt al de waterstof, zoowel van den ammoniak als van het water, te zamen verkregen als water.

De ammoniak is iets te laag gevonden, en ten gevolge daarvan de drie overige bestanddeelen iets te hoog.

De beide zouten hebben dus eene overeenkomstige samenstelling:

$$K_2O\ CrO_3 . 2\ (MnO\ CrO_3) . 2\ H_2O . 2\ H_2O$$
$$(NH_4)^2O\ CrO_3 . 2\ (MnO\ CrO_3) . 2\ H_2O . 2\ H_2O$$

Het kalizout verliest bij 170°—180° juist de helft van zijn hydraat- of kristalwater:

	Berekend.	Gevonden. I.	II.	III.
2 mol. H_2O	5.91	5.63	5.78	5.66

Bij sterkere verhitting ontwijken water en zuurstof te gelijker tijd. Merkwaardig is, dat het eerste zout bij verhitting zooveel zuurstof afgeeft, dat daaruit kan afgeleid worden,

*) De halve hoeveelheid van 't gevonden water $= \frac{25.52 + 25.73}{\times}$.

dat alleen 2 mol. CrO_3 tot Cr_2O_3 worden, en 3 O afgeven, terwijl het MnO geen zuurstof opneemt en het $K_2O . CrO_3$ onveranderd blijft. De uitgedreven zuurstof werd als gas gemeten.

	Berekend.	Gevonden.	
		I.	II.
3 Atomen O	7.88 pCt.	7.44	7.52

Het is aan te nemen dat zich eene verbinding van Cr_2O_3 met MnO vormt, en dat het mangaanoxydule daardoor belet wordt zich tot Mn_3O_4 te oxydeeren.

Het ammoniumzout begint zich, bij langzame verhitting, op 200° te ontleden. Wordt het snel boven de vrije vlam verhit, dan ontleedt het zich ontplofachtig. Uit de analyse met koperoxyde blijkt het, dat de zuurstof van het chroomzuur al de waterstof van den ammoniak oxydeert.

Dat dit dubbelzout in zulk een dichteren toestand werd verkregen, dat het zonder ontleding met water kon uitgewasschen worden, mag voorzeker aan de methode van bereiding: langzame afzetting uit eene bij hoogere temperatuur bereide oplossing in sterk chroomzuur, toegeschreven worden. Het is een nieuw voorbeeld van den invloed der verdichting op het weerstandsvermogen van scheikundige verbindingen.

In aansluiting aan zijn onderzoek over de dissociatie der hydraten van SO_2, Cl_2, Br_2, HCl_2, onderzocht de heer H. W. Bakhuis Roozeboom, assistent aan het anorgan. scheik. lab. der univ. te Leiden, het hydraat van broomwaterstof

Dit hydraat werd ontdekt in 1878 door Berthelot, die voor de samenstelling vond $HBr\ 2\ H_2O$ en als smeltpunt —11° opgaf; voorts meende hij, dat de verzadigde oplossing bij deze temperatuur dezelfde samenstelling had.

Gelijk te verwachten was, is echter dit hydraat, gelijk de reeds onderzochte, eene dissocieerbare verbinding, en is dus de opgave van een smeltpunt onbepaald, zoo niet tevens de druk aangegeven wordt, uitgeoefend door het HBr in de ruimte, waarin de smelting of dissociatie plaats grijpt.

Geschiedt deze bepaling, gelijk gewoonlijk, in een open vat, dan zal de temperatuur der geheele ontleding nooit hooger gevonden kunnen worden dan die, waarbij de dissociatiespanning gelijk 1 Atm. wordt, zooals dit vroeger gebleken is bij de hydraten van SO_2, Cl_2, HCl.

Het is echter mogelijk, dat reeds bij lagere temperatuur geheele ontleding zich openbaart, indien zich eene omstandigheid voordoet, waardoor de druk niet meer toeneemt, nog voordat die 1 Atm. geworden is. Zoodanig geval werd door den heer R. waargenomen bij het broomhydraat, welks dissociatiespanning nog verre van 1 Atm. verwijderd is, als reeds totale ontleding plaats vindt bij $+ 6^0$, omdat de spanning gelijk geworden is aan die van het bromium zelf, en dus, door het vloeibaar worden van al het ontwijkende gas, het verkrijgen van eene hoogere spanning onmogelijk wordt.

Nog een ander geval was denkbaar: dat namelijk de spanning van het gas niet meer toeneemt, omdat het water, bij de dissociatie vrij geworden, evenveel gas opgelost houdt als in het vaste hydraat aanwezig is. Bij SO_2, Cl_2, Br_2 werd geene temperatuur bereikt, waarbij de spanning van het gas groot genoeg was om dit te bewerken. Bij het HCl wel, doch bij eenen druk grooter dan 1 Atm.; zoodat de daarbij behoorende temperatuur bij ontleding in een *open* vat niet bereikt werd.

Het broomwaterstofhydraat verwezenlijkt echter deze mogelijkheid. Bij $-11^0,3$ is de dissociatiespanning van het hydraat slechts 52 c.M., doch juist zoo groot, dat de oplossing, die ontstaat bij de dissociatie, evenveel HBr opgelost houdt, als in het vaste hydraat bevat is. Dit laatste gaat dus in zijn geheel in vloeibaren toestand over, en bij deze *eenige* temperatuur hebben de begrippen dissociatie en smelting dezelfde beteekenis.

Beneden deze temperatuur is de dissociatiespanning geringer; de oplossing, die bij dissociatie ontstaat, bevat minder HBr dan het hydraat; bij de dissociatie wordt gas vrij, des te meer hoe lager de temperatuur is.

Temperatuur.	Dissociatiespanning.	HBr opgelost in 1 deel water na dissociatie
—25°	1 millimeter	1.755
20.9	13 »	—
19.2	28 »	—
19.0	—	1.881
18.8	—	1.891
18.0	43 »	—
17.4	52 »	—
16.6	64 »	—
15.4	90 »	—
14.6	121 »	2.000
13.6	170 »	—
12.8	262 »	—
12.3	333 »	—
12.0	—	2.168
11.8	408 »	—
—11.3	520 »	2.244 (= HBr 2 H_2O)

Wil men het hydraat boven —11.3 behouden, dan moet men op het vrije gas vooraf een grooteren druk dan 52 c.M. aanbrengen, daar het hydraat zelf bij smelting geen vrij gas meer levert, maar de ontstane oplossing integendeel nog eenig gas gaat oplossen.

Gelijk bij het HCl 2 H_2O, werden ook nu de smeltpunten gezocht bij verhoogden druk tot 250 Atm. Eene stijging van —11°.3 tot +0°.3 werd waargenomen. Nadat de druk bij —3°4, $10^1/_2$ Atm was geworden, werd het HBr gas vloeibaar. Boven dit punt gaat de stijging van het smeltpunt met de toeneming van den druk regelmatig voort.

Tusschen —11°.3 en —3°.4 is dit niet het geval. Een nauwkeurig onderzoek bracht het volgende merkwaardige feit aan het licht.

Vergroot men den druk van 52 c.M. af (bij —11°.3), dan rijst het smeltpunt niet, maar daalt in toenemende mate met de drukverhooging, totdat het bij $2^1/_2$ Atm. —15°.5 geworden is.

Van dit punt af, komt er, bij verdere toeneming van den druk, weder eene smeltpuntsverhooging tot stand die regelmatig doorgaat.

De lijn, die de dissociatiespanning als functie der temperatuur voorstelt, biedt dus voor temperaturen tusschen —15°.5 en —11°.3 drie ordinaten aan. Bij —14° bij voorbeeld, is het hydraat bestendig, wanneer de spanning van het HBr iets meer dan 15 c.M. bedraagt. Stijgt de druk tot 2 Atm., dan openbaart zich dissociatie, die weder ophoudt zoodra de druk grooter dan 3 Atm. geworden is.

Naar ons weten is een dergelijk geval van teruggang der dissociatietemperatuur, bij verhooging van den druk, tot nog toe niet waargenomen; (wel het omgekeerde, vermindering van de spanning met toenemende temperatuur, bijv. bij SeH_2). Geene andere oorzaak is hiervoor voorhands te bedenken dan eene verandering der dichtheid. De heer R. hoopt dit punt nader te onderzoeken.

Druk.		Temper.	Druk.	Temper.
Atm.	c.M.		Atm.	
—	52	—11.3	5	—8.4
1	—	11.6	6	7.2
1	20	12.1	8	4.7
1	38	12.6	10	3.4
2	—	14.0	25	2.9
2	20	14.7	50	2.4
2	38	15.5	75	2.0
2	57	14.8	100	1.6
3	—	14.0	150	0.9
3	38	12.5	200	—0.3
4	—	—10.9	250	+0.3

De gevonden afhankelijkheid tusschen smeltpunt en druk geldt slechts voor het geval, als de vrije ruimte enkel met HBr gas gevuld is. Bij aanwezigheid van andere gassen (de heer R. nam waterstof) is het uit de proefnemingen gebleken, dat voor een bepaald smeltpunt de partiële druk van het HBr even groot is als die, welke vroeger gevonden werd voor het zuivere gas. Hieruit kan dus het besluit getrokken worden — hetgeen voorzeker niet minder merkwaardig mag worden geacht — dat de waargenomene drukhoogten als dissociatiespanningen moeten beschouwd worden.

Het zeer eigenaardige beloop der lijn, die deze spanningen voorstelt tusschen $^3/_4$ en 10 Atm., kan niet toegeschreven worden aan het ontstaan van een hydraat met meer HBr dan HBr 2 H_2O.

Bij eene proef met een voor dit doel ingerichten toestel, werd namelijk in het minst geene opslorping van vrij gas door de oorspronkelijke kristallen van HBr 2 H_2O waargenomen, zelfs niet indien de druk tot 10 Atm. steeg.

Bij gelegenheid dezer proefnemingen bepaalde de heer R. tevens de oplosbaarheid van HBr gas, voor drukkingen tot aan 1 Atm., bij temperaturen tusschen -25^0 en $+100^0$. Daaruit werd afgeleid de spanningslijn eener oplossing, die de samenstelling HBr 2 H_2O heeft.

— De Heer Hubrecht spreekt over nieuwe onderzoekingen, in de allerlaatste jaren verricht met betrekking tot het excretorisch apparaat der Platwormen. Van deze werden in de eerste plaats de Nemertinen behandeld, waarbij het Spreker gelukt was inwendige openingen van de nephridia in de overlangsche bloedvaten aan te toonen, en wel bij een der lager georganiseerde genera. Later had ook de Heer A. C. Oudemans Jszn., conservator aan het museum te Utrecht, gelijksoortige openingen bij het geslacht Carinella aangetroffen en bovendien gevonden, dat bij andere genera talrijke uitwendige openingen van het excretorisch apparaat, die aan weerszijden symmetrisch geplaatst zijn, voorkomen. Bij de andere afdeelingen der Plathelminthen, waar de nephridia bovendien veel rijker vertakt zijn, eindigen de fijnste eindstammetjes steeds blind in de weefsels met eene zoogenaamde fakkelcel. Een ander belangrijk verschil tusschen de Nemertea en de andere Platwormen (Hirudinea inclusive) wordt hierin gevonden, dat bij de laatsten de verschillende vaten van het excretorisch apparaat intracellulair zijn, wat bij de Nemertinen, waar het lumen steeds door talrijke niet-doorboorde cellen begrensd wordt, niet het geval is. Laatstgenoemd karakter wordt alleen gedeeld door het meest peripherisch gedeelte van de uitvoergangen der Hirudinea, met welke, ook ten aanzien der inwendige communicatie

der nephridia met bloedruimten, zekere overeenkomst bestaat. Spreker besloot met er op te wijzen, hoe de gezamenlijke resultaten van al deze onderzoekingen ons wellicht in staat zullen stellen, omtrent de eerste wording en de beteekenis der lichaamsholte van de laagste Triploblastica juistere inzichten te verkrijgen. Reeds nu hebben zij een nieuw argument geleverd om de Nemertea niet langer als eene onderafdeeling der Turbellaria, maar als een zelfstandig type van Plathelminthen te beschouwen.

Eenige ophelderingen, gevraagd door de Heeren KOSTER en DE VRIES, worden door spreker gegeven.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt mede, in aansluiting aan zijne in de Vergadering van 24 Februari 1877 geuite meening omtrent het doorlatend vermogen voor water van zandlagen, dat hij kort geleden twee zandlagen heeft waargenomen in den onlangs drooggemalen Naardermeerpolder, die het water niet doorlaten. De eene bestaat uit grove zandkorrels, door ijzeraer aaneengebakken; de andere uit zandkorrels, saamverbonden door organische stof. In den Maarssevenschen-Tienhovenschen polder werd voor eenige jaren geleden eene dergelijke laag door hen waargenomen.

— De Heer DONDERS deelt de uitkomsten mede der onderzoekingen van Dr. H. J. HAMBURGER over de mikroskopische verhouding van bloedlichaampjes in zout- en suikeroplossingen.

De onderzoekingen over den invloed van scheikundige verbindingen op bloedlichaampjes, in verband met hare moleculairgewichten *), leidden tot de merkwaardige uitkomst, dat de isotonische coëfficiënten van Prof. HUGO DE VRIES in het algemeen bij de bloedlichaampjes teruggevonden worden. Waren de cijfers van DE VRIES voornamelijk gegrond op het begin van plasmolyse in plantencellen, de onze

*) Zie: Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laborat. der Hoogeschool te Utrecht. Derde reeks. IX, p. 22; verder: Koninklijke Akademie van Wetenschappen Afd. Natuurkunde, *Proces-Verbaal* 29 December 1883.

waren verkregen door eene zoutconcentratie te zoeken, waarin de bloedlichaamjes hunne haemoglobine begonnen te verliezen. Het was daarom wenschelijk te onderzoeken, of met dit uittreden van haemoglobine een verschijnsel in het bloedlichaampje samenviel, te vergelijken met het begin van plasmolyse in de plantencel.

Het runder- en varkensbloed gaven negatieve resultaten: na toevoeging van chloornatrium-kalisalpeter- en rietsuikeroplossingen, waarin de lichaampjes juist haemoglobine begonnen te verliezen, bleven verreweg de meesten onveranderd, de overigen waren een weinig gezwollen en hadden de schijfvormige gedaante met eene meer bolvormige verwisseld. Een verschijnsel, dat op plasmolyse geleek, werd niet waargenomen.

Het kikvorschbloed gaf andere resultaten.

In een klein reageerbuisje werd een weinig chloornatriumoplossing van 0.21 pCt. vermengd met een droppel kikvorschbloed, dat evenals voor de volgende proeven verkregen werd, door een knipje in de aorta te geven (het toetreden van lympha werd zorgvuldig vermeden).

Na korten tijd had zich een coagulum gevormd, dat aanvankelijk het buisje geheel vulde en daarna zich samentrok, onder uitzweeting van een zwak rood gekleurd vocht, dat geen bloedlichaampjes bleek te bevatten. Deze waren allen in het coagulum ingesloten, en wel voornamelijk in het onderste gedeelte. Nadat de massa gedurende 2 tot 3 dagen bij eene temperatuur van 0^0 had gestaan, leerde het mikroskopisch onderzoek, dat de gekleurde inhoud zich geheel of gedeeltelijk van den celwand had teruggetrokken, gewoonlijk tot een duidelijk gecontoureerde, sterk gekleurde, nagenoeg bolvormige massa. Waar de gekleurde inhoud zich geheel teruggetrokken had, scheen deze nog door ongekleurde plooien (?) aan den celwand verbonden te zijn. De vormen, waarbij geen plooien gezien werden, waren zeldzaam. Soms had het celvliesje de plat ellipsoïdische gedaante behouden. Soms had het een onregelmatige gedaante aangenomen, waarschijnlijk wegens het toegeven aan de contractie van den inhoud. Deze verschijnselen deden wel

denken aan plasmolyse, maar konden bezwaarlijk een begin er van voorstellen. Wel vonden wij na een halven dag vormen, waarbij het lichaampje geene verandering had ondergaan, dan dat de inhoud zich over een geringe uitgebreidheid van het vliesje begon terug te trekken; maar deze vormen waren voorbijgaande.

Het lag nu voor de hand te onderzoeken, hoe de lichaampjes zich verhielden in keukenzout-soluties, sterker en zwakker dan 0.21 pCt.. Chloornatriumoplossingen van 36 pCt. (gesatureerd), 9 pCt., 1.16 pCt., 0.64 pCt., 0.25 pCt., 0.21 pCt, 0.12 pCt., 0.072 pCt. en 0.036 pCt. werden op de bekende wijze met kikvorschbloed vermengd en de bloedlichaampjes na 3 dagen onderzocht. Wij vonden, dat in oplossingen, zoowel sterker als zwakker dan 0.21 pCt., de lichaampjes veranderd waren, behalve in de *Na Cl-solutie van 0.64 pCt.*, waarin de lichaampjes met hun kernen *geheel onveranderd* gebleven waren.

Oplossingen, hooger dan 0.64 pCt., gaven aan de lichaampjes over het algemeen een eigenaardig gebrokkeld aanzien, waarover later meer. In oplossingen, zwakker dan 0.64 pCt., vertoonden de lichaampjes, al hadden zij geen haemoglobine verloren, toch de eigenaardige vormen als die bij plasmolyse, gelijk die boven werden beschreven. In zwakke concentratiën (0.12 pCt. en lager) begon de gekleurde inhoud der meeste lichaampjes te zwellen en kon dan het celvliesje bijna in zijn geheel bereiken, ja zelfs tot een bol spannen, waarin dan de kern duidelijk te voorschijn trad.

Wij wilden nu beproeven, of ook de mikroskopische verschijnselen op isotonie konden wijzen, zooals de makroskopische dit hadden gedaan. Inderdaad bleek dit het geval te zijn: eene salpeteroplossing van 1.09 pCt., eene rietsuikersolutie van 5.61 pCt. (beiden naar DE VRIES isotonisch met Na Cl van 0.64 pCt.), lieten bijna alle lichaampjes onveranderd, terwijl hoogere concentratiën over het algemeen vormen te voorschijn riepen als de overeenkomstige chloornatriumsoluties, terwijl eindelijk in de lagere concentratiën de bekende vormen als van plasmolyse ontstonden.

De onveranderlijkheid der bloedlichaampjes in keukenzout-

oplossing van 0.64 pCt., en de daarmede isotonische salpeter- en rietsuikeroplossingen, maakte het waarschijnlijk, dat het serum in isotonische waarde hiermede zou overeenkomen. Zou dit het geval zijn, dan moest het serum ook naar de makroskopische methode overeenkomen met chloornatrium van 0.64 pCt. Om dit na te gaan, werd onderzocht, met hoeveel water men kikvorschbloed kon verdunnen, om een begin van haemoglobine-uittreding waar te nemen. Te dien einde werd bloed van hetzelfde dier, gedeeltelijk gedefibrineerd, gedeeltelijk aan zich zelf overgelaten. Het serum van het laatste werd met 1, 2, 3 en 4 volumina water verdund, en bij de mengsels gedefibrineerd bloed gevoegd. Het bleek nu, dat vermenging van serum met 2 volumina water nog *niet*, vermenging met 3 vol. wel voldoende was, om de haemoglobine te doen uittreden.

En wat zagen we boven? — De Na Cl-solutie, die de haemoglobine uit het kikvorschbloed deed treden, bevatte 0.21 pCt. Na Cl. Om deze te verkrijgen, moest men de oplossing van 0.64 pCt. keukenzout ook driemaal verdunnen. Ons vermoeden bleek dus juist te zijn. Bovendien leerde 't mikroskoop, dat het met water verdunde serum aan de bloedlichaampjes dezelfde eigenaardige vormen gegeven had, als de overeenkomstige Na Cl-oplossing.

Bij de verdunning van het serum met water, merkten wij op, dat er coagulatie intrad.

We onderzochten ook den invloed van zout- en suikersolutie hierop en zagen, dat Na Cl van 1.16 pCt., benevens de daarmede isotonische salpeter, de stolling beletteden; terwijl ze bovendien werd tegengegaan door salpeter van 1.09 pCt. In zouten van lage concentratie ontstonden coagula, die zich contraheerden en wel des te langzamer, naarmate de solutie meer verdund was.

Verwarming gedurende 5 min. van 52° tot 48° hief het vermogen van het serum op, van na toevoeging van water en verdunde zoutoplossing te coaguleeren. Waarschijnlijk wordt het ferment bij genoemde temperatuur gedood. Deze bijzondere eigenschap van het kikvorschserum, bij toevoeging van water te coaguleeren, schijnt alleen voor te komen in

eene bepaalde periode van den winterslaap. Na half December mocht het ons niet meer gelukken, serum met gegenoemde eigenschap te verkrijgen.

In een uitvoeriger stuk, hopen we nog een en ander mede te deelen over de coagulatie en over den invloed van het serum van warmbloedige dieren op kikvorschbloedlichaampjes.

— De Heer DONDERS deelt de uitkomsten mede van een onderzoek van Dr. HUIJSMAN, over afstomping der gehoorzenuw, opgenomen in de onderzoekingen van het Physiologisch Laboratorium, D. IX, en later voortgezet.

I. Direct op het getroffen oor is voor tonen van gemiddelde hoogte afstomping moeilijk te constateeren.

De toon eener stemvork (met resonance-kast) werd uit een verwijderd vertrek door een wijde buis zeer krachtig en tevens, door een nevengeleiding, nauwelijks hoorbaar tot de oorbuis geleid. Na 10—60″ werd de krachtige afgesloten: de zwakke *scheen* terstond daarop hoorbaar. Werd echter ook de zwakke afgesloten 0.2″ na den sterken, zoo werd hij *niet*, 0.3″ *onzeker*, 0.4″ eerst *zeker* gehoord: zonder voorafgaanden krachtigen toon was 0.1″ meer dan voldoende, om den zwakken zeker te hooren. In zoover de zachte toon zich niet in het natrillen der membrana basilaris verbergt, ligt hierin 't bewijs eener voorbijgaande afstomping.

Zeer hooge tonen worden, zooals LORD RAYLEIGH vond, op hetzelfde oor spoedig onhoorbaar. Om ze te verkrijgen, bezigde HUIJSMAN kleine glazen resonatoren en haarbuisjes, in welke laatste zich een kwik-zuiltje bewoog bij draaiing aan een wijzer, die nu de overblijvende lengte, en zoodoende de toonshoogte, aanwees. De aldus verkregen tonen gaan van 4000 tot 30000 trillingen in 1″. HUIJSMAN hoorde ze tot 23800; voor knapen lag de grens nog hooger, voor bejaarde personen lager, voor Spreker op 12800. Hoe dichter nu bij de grens gelegen, des te sneller neemt de toon af, om na weinige sekunden geheel te verdwijnen. Dit geldt reeds van tonen, die aanvankelijk nog zeer sterk klinken. Vermindert men nu het aantal trillingen, zoo keert

de toon regelmatig weder, zelden of nooit bij het vermeerderen. Opmerkelijk is het, dat de geringste beweging van hoofd, alsook zekere willekeurige spanning in het oor, den zwijgenden toon weer te voorschijn roept. Ook bij het bewegen van een scherm voorbij het oor, komt, zooals reeds RAYLEIGH opmerkte, de toon terug: het afsluiten der golven voor $^1/_{40}$" en minder bleek ons daartoe voldoende. Bij herhaling der proef is echter de terugkeerende toon telkens zwakker. Ook hoort men weer den toon, wanneer het scherm enkel voor het oor gebracht wordt, om er te blijven, dan echter minder sterk en slechts voor een moment, en alléén, wanneer het oor nabij de geluidsbron, de golven dus betrekkelijk sterk waren. Om bij deze proeven hoofdbeweging uit te sluiten, sloten de tanden in een ingebeten afdruk. Daarbij kan een toon verdwijnen, die bij niet bevestigd hoofd op een afstand van verscheiden meters aanhoudend gehoord wordt.

Deze verschijnselen zijn niet die van gewone afstomping, maar vertoonen de grootste analogie met die van intermitteerende prikkeling van spierzenuwen.

Een enkele korte prikkeling der spierzenuw geeft de bekende trekking (Zuckung), waarmee het effect van een tik of knal op het oor te vergelijken is. Een reeks prikkels van korten duur, ook mechanische (tetanomotor), op de spierzenuw geeft tetanus, beantwoordende aan een toon op het oor. Bij zeer groote frequentie der prikkels (met korte interrupties reeds bij minder frequentie, ENGELMANN) wijkt de tetanus allengs en schijnt de spier nu werkeloos (als bij constanten stroom), — evenals de gehoorzenuw bij zeer frequente golven; en in beide gevallen is een korte pauze voldoende, om de respectieve verschijnselen van tetanus en toon weer te voorschijn te roepen. Ook kan in beide gevallen de pause, als zoodanig, een snel voorbijgaande werking geven, te vergelijken met de openingstrekking van den constanten stroom. De analogie laat dus niets te wenschen over.

H. overtuigde zich daarenboven, dat geluidstooten, het schreeuwen der vokaal *i* in het oor, de knal zelfs van een pistool, die mechanische stoornis in de trillingen zouden

hebben kunnen opheffen, niet in staat waren den sluimerenden toon te wekken.

II. Door vergelijking met het niet getroffen oor kan afstomping ook voor lagere tonen op verschillende wijze worden aangetoond, o. a. door haren invloed op de richting van het binotische hooren (URBANTSCHITSCH en S. P. THOMPSON). Ontvangen beide ooren denzelfden toon met gelijke intensiteit, dan localiseert zich bij velen (o. a. bij HUIJSMAN en bij Spreker) de toon op korten afstand, voorbenedenwaarts in het mediaan-vlak. Verzwakt men nu aan ééne zijde den toon door samendrukking der buis, dan wandelt de binotische naar de andere zijde en keert naar het mediaan-vlak terug, wanneer men de buis zich weer vrij laat openen. Hetzelfde effect nu heeft afstomping aan ééne zijde. Langs de hoofdgeleiding werd de toon krachtig op het ééne oor, langs de nevengeleiding zwakker, maar op beide ooren in gelijke mate gewekt. De hoofdgeleiding is open en de krachtige toon dringt in het ééne oor: gelijktijdig wordt nu de hoofdgeleiding gesloten en de nevengeleiding geopend, en het gevolg is, dat de binotische toon naar de zijde van het niet getroffen oor verplaatst is en, in verschillende proeven, eerst na 1″ tot 30″ het mediaanvlak bereikt. De wandeling van den toon kan men met den vinger volgen en ook registreeren.

III. De proeven worden gewijzigd in dier voege, dat voor hoofd- en voor nevengeleiding verschillende stemvorken, met meer of minder verschil van toon, gebezigd worden, die zich nu in verschillende afgelegen vertrekken bevinden. Het resultaat is, dat de afstomping meer en meer uitblijft, hoe duidelijker het oor, achtereenvolgens de beide tonen hoorende, het hoogte-verschil onderscheidt, totdat, bij een duidelijk (altijd nog zeer klein) verschil, van afstomping niets meer te bespeuren is. Dit resultaat strookt met de theorie van HELMHOLTZ en met de voorstelling, dat iedere enkelvoudige toon een zeker aantal aan elkander grenzende vezelen der membrana basilaris, met correspondeerende zenuwvezelen, in trilling brengt, van welke groep zich bij de kleinste merkbare toonverschillen het zwaartepunt ver-

plaatst, terwijl de groep aan de eene zijde vezelen aanwint, aan de andere zijde verliest.

IV. Na prikkeling door sterke onregelmatige geluiden en geruischen (een kolossale ratel, slagen met een stok op een houten tafelblad of blikken plaat, met hamer op aambeeld, de sterke klank eener electrische schel) werd op het getroffen oor al spoedig afstomping gevonden voor een horloge-tik, het knippen met de nagels en voor een valhamertje, daarentegen niet of nauwelijks voor zwakke stemvorktoonen en gefluisterde vokalen.

V. Op zijne onderzoekingen laat de Heer HUIJSMAN eenige theoretische beschouwingen volgen, uit onderhoud met Spreker voortgevloeid. De afstomping werd bestudeerd in bepaalde vezelen der gehoorzenuw, in vergelijking met die in bepaalde vezelen der gezichtszenuw, een deel dus van 't gezichtsveld: zoo werden de toonshoogten der eerste vereenzelvigd, niet met de kleuren, maar veeleer met de plaatsmerken der laatste. Dit leidde tot de vraag, of toonshoogte en kleur wel gelijksoortige physiologische energieën zijn, zooals algemeen wordt aangenomen, en die vraag is Spreker geneigd, ontkennend te beantwoorden. Wordt verschil van toonshoogte, evenals dat van kleur, door tijdsverschil van golven voortgebracht, beider golven, waarvan de tijden tot elkander staan gelijk 1 : 1 billioen, behooren tot verschillende orden, en de directe effecten, hier mechanische, daar chemische, zijn onderling niet vergelijkbaar. Ook beider verhouding tot de peripherische elementen en tot de zenuwvezelen vat Spreker anders op. Afgezien dáárvan, dat de morphologie der pheripherische elementen van het netvlies bij name in de fovea centralis, in gebreke is gebleven, aan de drie vezelen van YOUNG de hand te reiken, nopen, zijns inziens, verschillende positieve gronden, in hetzelfde peripherisch element en in dezelfde gezichtszenuwvezel de processen der verschillende fundamenteele kleuren aan te nemen, wat ook reeds HELMHOLTZ (*Physiol. Optik.* S. 292) voor de theorie van YOUNG even voldoende achtte als een afzonderlijke zenuwvezel voor ieder proces. Daarentegen zijn verschillen van toonshoogte, evenals plaatsmerken, aan verschillende zenuwvezelen verbonden.

En hiermede hangt samen, dat kleursensaties zich vermengen, toonshoogten zelfstandig blijven; dat alle kleuren zich vormen uit een klein aantal fundamenteele, bij de tonen van fundamenteele geen sprake is; dat de kleuren met haar overgangen in een bepaalde orde zich rangschikken in een cirkel, de tonen een enkele reeks vormen, van de hoogste tot de laagste; dat afstomping voor ééne kleur de complementaire daarvan te voorschijn roept, terwijl voor tonen geen complementaire denkbaar zijn; dat, eindelijk, naast de kleuren, als zoovele partieële processen, als totaal-proces de sensatie van wit optreedt, waarvan op het gebied der tonen het analogon niet te vinden is.

Bij deze uitkomst doet de vraag zich voor, of in het proces der gehoorvezelen dan louter quantitatieve verschillen mogelijk zijn. Spreker onderstelt, dat, evenals de snaren van een klavier, de vezelen der membrana basilaris, onder den invloed van een klank, door trilling in haar geheel en in gelijke deelen, verschillende trillingswijzen kunnen aannemen en zoodoende in de correspondeerende zenuwvezelen den vorm der physiologische golven kunnen wijzigen, die voor het timbre niet onverschillig zijn zou. Schijnt ook de theorie van HELMHOLTZ, die in de vezelen der membrana basilaris slechts enkelvoudige trillingen postuleert, met correspondeerende partiëele tonen, als zoodanig, voldoende tot verklaring van het timbre, zij sluit de hier gegeven voorstelling niet uit, die van de betrekkelijke moeilijkheid, in ieder timbre de partiëele tonen te hooren, mede rekenschap geeft. In zoover zou er dan eenige analogie zijn tusschen verschillen in kleur en in timbre. — De voorstelling brengt voorts mede, dat iedere klank zijn ondertonen heeft, en wel de enkelvoudige tonen betrekkelijk sterke, wat de neiging zou kunnen bevorderen, om, bij vergelijking met even hooge samengestelde klanken, een enkelvoudigen toon voor een octaaf lager te houden (HELMHOLTZ, Tonempfinsungen. 3te Ausgabe. p. 112). Ook de door bijkomende boventonen stijgende intensiteit van den grondtoon (SEEBECK) zou van die ondertonen kunnen afhankelijk zijn.

Het 9de deel der 3de reeks van de »Onderzoekingen, ge-

daan in het physiologisch laboratorinm der Utrechtsche Hoogeschool, waarin de verhandeling der Heeren HUIJSMAN is afgedrukt, wordt daarbij ten geschenke aangeboden voor de boekerij.

— Voor de boekerij der Akademie worden verder aangeboden:

Door den Heer SCHOLS (uit naam der Polytechnische school), de 1ste aflevering der Annales de l'Ecole Polytechnique de Delft; door den Heer BIERENS DE HAAN (uit naam van het genootschap: »Een onvermoeide arbeid komt alles te boven"), het elfde deel van het Nieuw Archief der Wiskunde.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 31 Januari 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, DE VRIES, ZAALJER, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, MAC GILLAVRY, PLACE, ZEEMAN, GRINWIS, A. C. OUDEMANS JR., BOSSCHA, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, J. A. C. OUDEMANS, KOSTER, MULDER, KORTEWEG, VAN BEMMELEN, VAN DIESEN, BEHRENS, DONDERS, GUNNING, RAUWENHOFF, VAN DER WAALS, MICHAËLIS, BAEHR, FRANCHIMONT, STOKVIS, FÜRBRINGER, LORENTZ en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Afdeeling Letterkunde de Heeren: BOOT en CAMPBELL.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Wordt gelezen een brief van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

— M. BARCENA, Directeur van het Observatorio meteorologico-magnetico central te Mexico, 24 December 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. Het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 2, 5, 28 Januari 1885; 2°. G. F. WESTERMAN,

Directeur van het Kon. Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, December 1884; 3°. FRANTZEN, Bibliothecaris van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden, Januari 1885; 4°. G. VAN DER MENSBRUGGHE, Gent, 17 Januari 1885; 5°. het Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts te Parijs, 17 December 1884; 6°. SAINT-LAGER, Secretaris der Académie des sciences, belles-lettres et arts te Lyon, 25 April 1884; 7°. DE MILLOUÉ, Directeur van het Musée Guimet te Lyon, 16 April, 23 Augustus en November 1884; 8°. den Directeur van het Royal Institut géologique de Hongrie te Budapest, 3 Januari 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren 1° een brief van den Heer A. WICHERS (11 Januari 1885), waarin hij zijn opstel over de 5de machtsvergelijkingen, in de Decembervergadering ter fine van kennisneming aan de Afdeeling toegezonden, terug verlangt om daarin nog eenige verbeteringen aan te brengen. De Secretaris heeft aan dit verlangen gevolg gegeven; 2° een brief van Mevr. de Wed. VON BAUMHAUER (18 Januari 1885), waarin zij der Akademie kennis geeft van het overlijden van haar echtgenoot, wijlen den Heer Dr. E. H. VON BAUMHAUER, op 18 Januari jl.

De Voorzitter, hulde brengende aan de nagedachtenis van den overledene, schetst in breede trekken zijne verdiensten ten opzichte der Maatschappij en der Akademie. Den Secretaris wordt opgedragen aan Mevr. de Wed. VON BAUMHAUER de deelneming der Afdeeling in het door haar ondervonden smartelijk verlies te betuigen.

— De Heer BIERENS DE HAAN deelt mede, dat hij niet in staat is rapport over het opstel van den Heer A. WICHERS uit te brengen, omdat dit, na teruggevraagd te zijn, nog niet tot de Afdeeling is wedergekeerd.

— De Heer DONDERS spreekt over de generatoren der derde dimensie en de schijnbeweging op schilderijen.

Wanneer men zich beweegt voorbij een schilderij, vertoonen sommige der daarop afgebeelde voorwerpen een schijnbeweging. Zoo volgt ons de blik van een portret, draait zich het hoofd of beweegt zich een uitgestoken arm, en in den regel ziet men voor- en achtergrond in tegengestelde richting over elkander schuiven. Is het verschijnsel algemeen bekend, over de optische verklaring vindt men weinig of niets. Kunstenaars en kunstkenners, die Spreker er over raadpleegde, waren niet tot een helder inzicht gekomen, en physici en physiologen hadden er niet over nagedacht. Volgens Spr. ligt de grond eenvoudig *in het uitblijven der parallactische beweging, die de illusie der derde dimensie* (de diepte-dimensie) *deed verwachten.*

Hij stelt zich nu voor te spreken over de generatoren der derde dimensie in het algemeen, en in het bijzonder te onderzoeken, in hoever zij den schilder ten dienste staan: in verband daarmede zal van de schijnbeweging worden rekenschap gegeven.

a. De generatoren der derde dimensie, bij het zien van voorwerpen in de ruimte, brengt Spr. terug tot twee kategorieën, die der indrukken, als zoodanig, en die der bewegingen, waaronder de indrukken zich wijzigen. Daarbij voegt zich de binoculaire stereoskopie.

Tot de eerste kategorie behooren het perspectivische beeld, licht en schaduw, in verband met kleur, en het zoogenoemde luchtperspectief.

Met het perspectivische beeld kan de derde dimensie reeds gegeven zijn: in de helling der horizontalen van bekende voorwerpen, de hoeken, waaronder rechte hoeken zich vertoonen, absolute en relatieve grootten en partieële bedekking der voorwerpen. Hierbij wijst Spr. op de werking van den Hollandschen kijker, die niet slechts, als binocle, het stereoskopisch effect beperkt, maar ook reeds als monocle, ingrijpende op het verband tusschen de dimensies van hoogte en breedte en de hoeken, waaronder de rechte hoeken van bekende voorwerpen zich vertoonen, bij onveranderden vorm van het netvliesbeeld de derde dimensie wijzigt.

Tot de tweede kategorie brengt Spr. de convergentie der

gezichtslijnen, die, op zich zelve, hem nauwkeuriger aanwijzingen gaf dan haar in het algemeen wordt toegekend, de accommodatie, in associatie met en ook wel onafhankelijk van convergentie, en de parallactische bewegingen van het hoofd, die men steeds willekeurig of onwillekeurig te baat neemt. Altijd is het de bewuste aanstoot tot beweging, niet de beweging zelve, die de voorstelling bepaalt.

Den invloed der accommodatie, onafhankelijk van convergentie, leerde Spr. onder twee omstandigheden kennen:

1. in de mikropsie (het verkleind zien), bij kunstmatige verzwakking van het accommodatie-vermogen;

2. in den invloed der kleur op de voorstelling van afstand, in verband met de chromasie van het oog: van roode en blauwe figuren, in hetzelfde vlak gelegen, schijnen de eerste nader bij het oog dan de laatste, en dientengevolge brengt beweging van het hoofd een parallactische schijnbeweging voort, tegengesteld aan de verwachte. Intusschen, terwijl die invloed niet constant is en bij het monoculaire zien grootendeels wegvalt, moet hierbij nog een ander moment als dat der accommodatie in het spel treden, waaromtrent een nader onderzoek wordt gevorderd.

Een hoofdfactor is eindelijk de samensmelting der perspectivische beelden van de beide oogen; de eigenlijke stereoskopie, werkzaam reeds (mits de bliklijnen in een correspondeerend punt samentreffen) bij verlichting door niet meer dan één electrischen vonk, — onafhankelijk dus van convergentie-verandering, waardoor overigens de stereoskopie bevorderd wordt.

b. Tot het voortbrengen van het effect der derde dimensie staan den schilder al de generatoren der eerste kategorie ten dienste, — licht en schaduw en luchtperspectief, zoowel als de perspectivische vorm: waar hij de lichtsterkte der voorwerpen niet kan evenaren — weet hij ze door middel van contrast nabij te komen. De generatoren der tweede kategorie worden daarentegen geacht buiten zijn bereik te liggen. Inderdaad zijn stereoskopie en parallactische beweging uitgesloten.

Maar geldt dit ook van de accommodatie? Spr. betoogt

het tegendeel. Voor warme kleuren wordt meer inspanning der accommodatie gevorderd dan voor koele, en door een gelukkig samentreffen wijkt dus het blauw verschiet en treden figuren en andere voorwerpen in warmen toon op den voorgrond. Menig doek getuigt van het hierdoor te verkrijgen effect. En zelfs ook de convergentie treedt volgens Spr. in het spel. Beantwoordt de ligging van den voorgrond aan den hoogte-stand der oogen van den beschouwer, dan vermindert diens convergentie bij het zien naar den hooger gelegen achtergrond, en wordt, vooral bij een kleine achterwaartsche helling van het doek, de illusie van afstand bevorderd: het dalen der schilderij onder den horizont der oogen en voorwaartsche helling werken bepaald nadeelig.

c. Waaraan is het toe te schrijven, vraagt Spr., *dat bij het zien met één oog de derde dimensie zich zooveel sterker ontwikkelt dan bij het zien met twee?* Uit een bepaald punt kan één oog van een schilderij een beeld ontvangen, schier volmaakt gelijk aan dat der natuur. Maar het tweede oog neemt een andere plaats in, en zijn perspectivisch beeld kan aan dat van het eerste reeds daarom niet gelijk zijn Bovendien, indien de beelden gelijk waren, de *schijnbaar* verticale meridianen der beide netvliezen zijn niet evenwijdig, en gelijke netvliesbeelden dekken elkander dus niet volkomen in de voorstelling naar buiten. Wel is waar, zijn nabij het directe zien de verschillen gering en stijgen eerst, naarmate bij het indirecte zien ook de gezichtsscherpte afneemt, zoodat de ongelijkheid dikwerf niet of nauwelijks te constateeren is; maar dit belet niet, dat zij aan de illusie der derde dimensie zou kunnen afbreuk doen.

Intusschen zoekt Spr. de mindere ontwikkeling der derde dimensie niet zoo zeer in het bijkomende beeld, als zoodanig, als in de beperking, die accommodatie en convergentie daarvan ondervinden. Spr. overtuigde zich, dat, zoodra het eene oog met een scherm bedekt wordt, de gezichtslijnen bij het letten op den achtergrond een evenwijdige, bij het letten op den voorgrond een convergeerende richting aannemen, waarmeê tevens de daaraan geassociëerde accommodatie zich wijzigt. Dientengevolge vertoont het verschiet zich dif-

fuus, wat wel niet schaden kan, en evenzoo de naderbij gelegen indirect gezíene voorwerpen, wat in overeenstemming met het zien in de natuur — en dus zeker een voordeel is. Achter het dekkende scherm kan men, bij het afwisselend zien naar aan elkander grenzende punten van voor- en achtergrond, de binnen- en buitenwaartsche beweging van het oog constateeren, en bij het ontblooten van het gedekte oog, terwijl het andere op den achtergrond gericht was, vertoont een verticale krijtstreep op het doek zich in ongelijkzijdige dubbelbeelden, die in de evenwijdige richting der gezichtslijnen haar verklaring vinden. Blijkbaar dus richten convergentie en accommodatie zich naar de uit andere generatoren alreeds gevormde voorstelling en bevorderen zoodoende de illusie der derde dimensie, waaraan de bij het binoculaire zien gedwongene convergentie op den afstand van het doek afbreuk deed.

d. Van die illusie is de schijnbeweging op schilderijen, waarvan Spr. uitging, *het gevolg*. Hoe sterker de illusie is, des te vaster verwacht men, bij zijdelingsche verplaatsing, de correspondeerende parallactische beweging. Op het doek nu blijft zij uit, en het noodwendig gevolg is — òf dat een schijnbeweging ontstaat in tegengestelden zin, òf dat de voorstelling der derde dimensie verloren gaat: sterk ontwikkeld, is ze tegen de schijnbeweging bestand.

Ter opheldering wijst Spr. nu op de lucht, die ons, wandelende in de natuur, schijnt te volgen, terwijl de nabijgelegen voorwerpen terugwijken, en die op een schilderij, waar ze niet volgen kan, schijnt terug te vlieden; op de parallactische verschuiving van voor- en achtergrond, bij beweging van het hoofd heen en weer, die men op een schilderij, gevende de illusie van diepte, evenzoo verwacht als ze zich in de natuur voordoet, en die, uitblijvende, dus schijnbeweging geeft in tegengestelden zin. En zoo moet elk vooruitstekend voorwerp, een arm of been, de kop van een dier, een stok of degen, zelfs een pijp in den mond zich schijnbaar meêbewegen, omdat de verschuiving op den achtergrond, die men van een vooruitstekend voorwerp mocht verwachten, achterwege blijft. Treffend is de schijnbeweging op een en face genomen

portret. Ziet men een mensch recht in het aangezicht, dan zijn een paar stappen terzijde voldoende, om den vooruitstekenden neus naar de tegengestelde zijde te verplaatsen op de zich versmallende wang, terwijl de wang derzelfde zijde zich verbreedt en het vlak van het oor meer te voorschijn komt: de kop nadert tot profiel. Aan een portret brengt dezelfde beweging geen verandering teweeg: de neus blijft in het midden, de wangen even breed, — men blijft het dus en face zien, en was de voorstelling van het lichamelijke goed ontwikkeld, dan moet de schijn ontstaan, dat het hoofd zich draait om den beschouwer te volgen. Versmalt zich hierbij het aangezicht, binnen zekere grenzen abstraheert men daarvan gemakkelijk. Een bijzondere beschouwing verdient de blik. Over de richting van den blik oordeelt men uit de hoeveelheden witte sclera, bij zekeren stand van het hoofd aan binnen- en buitenooghoek zichtbaar. Een portret nu, wanneer het plastisch voor ons staat, doet verwachten, dat, bij een stap terzijde, als aan een werkelijk hoofd het wit der sclera zich zal verbreeden en aan de andere zijde versmallen; intusschen blijft het wit aan beide ooghoeken onveranderd, en de onbewuste verklaring kan geen andere zijn, dan dat de oogen, die in fixatie volharden, met het hoofd van richting veranderen. Voorts weet men, dat het niet noodig is, bij de beweging blijvend te fixeeren; ook na de beweging constateert men gemakkelijk de schijnbaar veranderde richting.

De voordracht wordt toegelicht door teekeningen, waarop de schijnbewegingen sterk uitkomen.

Spr. eindigt met zijn medeleden te verzoeken, hem te willen mededeelen, wat hun omtrent het behandelde onderwerp reeds bekend was, of wat zij elders daarover geboekt vonden. Hij kan zich niet anders voorstellen, dan dat de hier gegeven verklaring, die zoo zeer voor de hand ligt, bij velen moet zijn opgekomen.

NASCHRIFT.

Ons geacht medelid, de Heer Baehr, had de goedheid,

mij opmerkzaam te maken op een verhandeling van Wollaston (Phil. Transactions. 1824. T. 114. P. I. p. 247): »On the appearant direction of the eyes in a portrait," waarvan ik met groote belangstelling kennis nam.

Wollaston wijst op het wit der oogen, als aanwijzende de richting van den blik, in betrekking tot die van het aangezicht Hoe deze laatste bij de beoordeeling in aanmerking komt, toont hij op verrassende wijze aan, door onder een paar oogen op een het aangezicht bedekkend blad een anders gericht aangezicht te brengen. Wij weten trouwens, dat de oogen van een persoon, die ons fixeert, bij draaiing van het hoofd van vorm veranderen, terwijl ze ons kennelijk blijven aanstaren. En ziet men zich zelve in een spiegel, dan kan men, een zijner oogen in de richting van een op den spiegel zichtbaar punt blijvende fixeeren, het zoover brengen, dat het oog niet alleen zijn richting, maar volmaakt denzelfden stand in de ruimte behoudt, terwijl het hoofd draait om het oog.

Wollaston weet blijkbaar zeer goed, dat alle schijnbeweging op een vlak uit de regelen der perspectief te verklaren is. Hij spreekt alleen niet uit, dat zij haren grond vindt in het achterwege blijven van de parallactische beweging, die de voorstelling der derde dimensie deed verwachten, en gewaagt slechts van perspectivische projectie, zonder op de overige generatoren der derde dimensie acht te slaan.

Ophelderingen, door de Heeren Korteweg en J. A. C. Oudemans gevraagd, worden door den spreker gegeven.

De Heer Korteweg zegt vroeger meermalen zijne gedachten te hebben laten gaan over de schijnverplaatsingen op schilderijen. Komen op eene schilderij voorwerpen voor van bekenden eenvoudigen grondvorm, dan kan in den regel het oogpunt worden bepaaald, van waaruit de schilderij behoort gezien te worden.

Nu is het echter zeer opvallend dat men, van uit ver ter weerszijde van het oogpunt verwijderde standpunten, toch meestal nog een zeer bevredigenden indruk ontvangt. Bij eenige oplettendheid bemerkt men dan echter, dat de voor-

werpen, ten opzichte van elkander en van het tafereel, telkens anders geplaatst schijnen.

Stelt de schilderij voor een vertrek, waarvan de achterwand en de beide zijwanden zichtbaar zijn, en laat men het oog bewegen langs den halven cirkel, beschreven in het horizontale vlak op den afstand der beide vergaarpunten van de lijnen van den vloer als middellijn, dan vormen, bij elken stand van het oog, de lijnen van het tafereel de volkomen juiste perspectief eener rechthoekige kamer, maar — zoowel de richting, waarin deze ten opzichte van het tafereel geplaatst moet worden gedacht, als de verhouding van breedte en diepte, verandert telkens. Beiden zouden *hier* voor gegeven standen van het oog geconstrueerd kunnen worden.

Verlaat men echter den halven cirkel, dan kan de voorstelling eener *rechthoekige* kamer alleen ten gevolge eener onwillekeurige correctie der lijnen tot stand komen, en, is in het vertrek bijv. een rechthoekige tafel schuin ten opzichte der wanden geplaatst, dan geldt dit voor ieder standpunt buiten het ééne dan geheel bepaalde oogpunt.

Het resultaat, na die correctiën verkregen, hoewel in grove trekken te voorzien, kon toch, meende spreker, misschien van allerlei omstandigheden afhankelijk zijn. Waren bijv. duidelijk in 't oog vallende vloertegels aanwezig, dan wordt de vrijheid, die men anders heeft in het veranderen der breedte en diepteverhouding van het vertrek, aanzienlijk verminderd, daar men zich die tegels altijd vierkant denkt. Dan moeten reeds bij geringere verplaatsing van het oog misstanden ontstaan.

— De Heer Lorentz doet eene mededeeling »Over de toepassing van de tweede wet der mechanische warmtetheorie op de thermo electrische verschijnselen", en biedt daarover aan eene verhandeling voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer Bosscha voldoet aan eene opdracht van den Heer Haga door den uitslag mede te deelen van proeven, door dezen genomen over het »Thomson'sch effect" in kwik,

— De Heer BIERENS DE HAAN deelt mede, dat de HUYGENS-Commissie den Heer KORTEWEG in haar midden heeft opgenomen, nadat deze verklaard had het lidmaatschap van voornoemde Commissie wel te willen aanvaarden.

— De Heer VAN DIESEN houdt eene voordracht »Over kwel en verdamping in den Haarlemmermeerpolder", en biedt over dit onderwerp een opstel aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— Voor de boekerij der Akademie worden aangeboden: door den Heer FRANCHIMONT — uit naam der redactie — den derden jaargang van het »Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas", en door den Heer BUYS BALLOT een exemplaar van het »Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek over 1884". De Heer BUYS BALLOT vestigt de aandacht der Vergadering vooral op de cijfers, daarin voorkomend, over de aankondiging van stormen of reeksen van stormen, en het woeden daarvan, om te doen uitkomen, dat er reden bestaat van tevredenheid over de nauwkeurigheid van de bekend gemaakte voorspellingen.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

OVER DE TOEPASSING

VAN DE

TWEEDE WET DER MECHANISCHE WARMTETHEORIE

OP DE

THERMO-ELECTRISCHE VERSCHIJNSELEN.

DOOR

H. A. LORENTZ.

§ 1. Wanneer men aanneemt, dat in een keten van twee metalen, waarin de contactplaatsen op verschillende temperaturen worden gehouden, slechts aan deze plaatsen electromotorische krachten werken, en dat behalve de gewone warmteontwikkeling, evenredig met het vierkant der stroomsterkte, nog slechts aan de aanrakingsplaatsen eene warmteontwikkeling of absorptie (de door PELTIER ontdekte) bestaat, voeren de wetten der mechanische warmtetheorie tot zeer eenvoudige uitkomsten omtrent de electromotorische kracht in den keten en omtrent het bedrag der genoemde ontwikkeling en absorptie van warmte. Men heeft zich in de genoemde onderstellingen de zaak zoo voor te stellen, dat het arbeidsvermogen van den thermostroom afkomstig is van een deel der warmte, die aan de contactplaats met de hoogste temperatuur wordt opgenomen, terwijl het andere deel dezer warmte aan de koude aanrakingsplaats te voorschijn treedt; omgekeerd, wanneer men door beweging van een magneet nabij den keten een inductiestroom doet ontstaan, die, tegengesteld aan den thermostroom, dezen overtreft, wordt eene zekere hoeveelheid mechanisch arbeidsvermogen

in warmte omgezet, terwijl bovendien warmte van de koude naar de warme aanrakingsplaats word overgevoerd. Het een, zoowel als het ander, is, gelijk men aanstonds ziet, qualitatief in overeenstemming met de tweede wet der mechanische warmtetheorie, het beginsel van CARNOT. Zullen de verschijnselen ook numeriek daarmede overeenstemmen, dan moet, zooals W. THOMSON en CLAUSIUS nagenoeg gelijktijdig aantoonden, de electromotorische kracht in den keten evenredig zijn met het temperatuurverschil tusschen de contactplaatsen en moet de hoeveelheid warmte, die aan een dezer plaatsen door de eenheid van stroomsterkte per tijdseenheid ontwikkeld of geabsorbeerd wordt, evenredig zijn met de absolute temperatuur.

§ 2. Experimenteele onderzoekingen hebben geleerd, dat de beide laatstgenoemde evenredigheden in elk geval slechts binnen enge temperatuurgrenzen geldig zijn. De electromotorische kracht van den thermostroom is in den regel niet met het temperatuurverschil evenredig; zij is dit zoo weinig, dat zelfs vele gevallen bekend zijn, waarin bij gelijktijdige verhooging der beide temperaturen, zoo dat hun verschil constant wordt gehouden, de thermostroom in plaats van standvastig te blijven, van teeken wisselt, of waarin — wat op 'tzelfde neerkomt — bij voortdurende verhooging der eene temperatuur, terwijl men de andere onveranderd laat, de electromotorische kracht tot een maximum klimt, om daarna af te nemen. Wat het door PELTIER ontdekte verschijnsel betreft toonde BUDDE *) aan, dat dit bij ijzer en koper bij ongeveer 280° C. verdwijnt en daarboven in tegengestelde richting optreedt als bij lagere temperaturen, een feit, dat nu onlangs LE ROUX †) verklaarde eveneens waargenomen te hebben.

§ 3. De onderstellingen in den aanvang van § 1 genoemd, kunnen dus althans niet beide juist zijn. THOMSON §) bewees

---

*) POGG. *Ann.* Bd. 153, p. 343.

†) *Comptes rendus*, T. 99.

§) *Proc. Royal Soc.* of Edimb. 15 Dec. 1851; *Phil. Mag.* (4). Vol. 3 p. 529; *Trans. Royal. Soc.* of Edimb. Vol. 21, Part. I, p. 123.

dat de bij een keten koper-ijzer waargenomen verschijnselen slechts dan met de thermodynamische wetten in overeenstemming kunnen zijn, wanneer niet alleen aan de contactplaatsen eene met de stroomsterkte evenredige positieve of negatieve warmteontwikkeling optreedt, maar hetzelfde ook overal daar plaats heeft (althans in een der beide metalen) waar een stroom van een punt van hoogere naar een ander van lagere temperatuur overgaat of omgekeerd. Deze laatste warmteontwikkeling kan, per tijdseenheid genomen, voor een deel eens geleiders, welks uiteinden de temperaturen T en $T + dT$ hebben, worden voorgesteld door $\sigma \gamma dT$, als γ de stroomsterkte is, positief gerekend, wanneer de stroom gaat van het warme naar het koude uiteinde. De grootheid σ is eene temperatuurfunctie, die zelf positief of negatief kan zijn. Is verder nog Π de hoeveelheid warmte per tijdseenheid geabsorbeerd aan de aanrakingsplaats van twee metalen, waarvoor σ resp. de waarden σ_a en σ_b heeft, en wel wanneer een stroom $= 1$ van het eerste metaal naar het tweede gaat, dan verkreeg THOMSON door de toepassing van het beginsel van CARNOT

$$\sigma_a - \sigma_b = \frac{\Pi}{T} - \frac{d\Pi}{dT}, \ldots\ldots\ldots (1)$$

terwijl de electromotorische kracht in een keten van de beide metalen, in welke de contactplaatsen de temperaturen T_1 en T_2 hebben, kan worden voorgesteld door:

$$F = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Pi}{T} dT \ldots\ldots\ldots (2)$$

F is hierbij positief wanneer de stroom door de contactplaats met de temperatuur T_2 van 't metaal A naar 't metaal B gaat.

Gelijk wij steeds in het vervolg zullen doen zijn hier met temperaturen absolute temperaturen bedoeld en zijn warmtehoeveelheden in arbeidseenheden uitgedrukt.

Deze formules leeren, dat zoodra F niet evenredig met $T_2 - T_1$ is, Π niet evenredig kan zijn met T en σ_a niet

$= \sigma_b$, zoodat ten minste in een der beide metalen de bovenbedoelde warmteontwikkeling moet plaats hebben.

§ 4. THOMSON *) zelf heeft deze voorspelling der theorie proefondervindelijk bevestigd. Hij heeft aangetoond, dat in ijzer warmte ontwikkeld wordt, wanneer de positieve stroom van koudere naar warmere deelen van het metaal overgaat, terwijl in koper het omgekeerde het geval is. Of, zooals THOMSON het uitdrukt: »vitreous electricity carries heat with it in an unequally heated conductor of copper, and resinous electricity carries heat with it in an unequally heated conductor of iron."

Het verschijnsel doet denken aan hetgeen er plaats heeft, wanneer eene vloeistof door eene buis stroomt, waarvan de wand op verschillende plaatsen op ongelijke temperatuur wordt gehouden. Dan zal de wand warmte aan de vloeistof afstaan of warmte van deze opnemen, al naar gelang de stroom in de eene of in de andere richting gaat, en het bedrag dezer warmte-absorptie of ontwikkeling zal klaarblijkelijk met de soortelijke warmte der vloeistof samenhangen. THOMSON zegt nu †): »Without hypothesis, but by an obvious analogy, we may call the elements σ_1, σ_2, etc. the *specific heats of electricity in the different metals*, since they express the quantities of heat absorbed or evolved by the unit of current electricity in passing from cold to hot, or from hot to cold, between localities differing by a degree of temperature in each metal respectively."

§ 5. De theorie, die CLAUSIUS, uitgaande van de eenvoudige onderstellingen van § 1 had ontwikkeld, is eveneens, en wel door BUDDE §) uitgebreid tot het geval, dat F niet evenredig met het temperatuurverschil is. De mathematische uitkomsten van BUDDE stemmen met die van THOMSON overeen; ook hij concludeert tot het bestaan van de door dezen ontdekte warmteontwikkelingen en absorpties.

---

*) *Phil. Trans.* Vol. 146, p. 649.

†) *Trans. Royal Soc.* Edinb. Vol. 21, p. I, p. 133.

§) t. a. p.

Bij CLAUSIUS en BUDDE staat echter het denkbeeld op den voorgrond, dat bij verandering van temperatuur de structuur der metalen gewijzigd wordt, zoodat overal waar ongelijk verhitte deelen van een zelfde metaal met elkander in aanraking zijn, iets dergelijks optreedt als bij het contact van twee verschillende metalen, nl. een potentiaalverschil en in verband daarmede als een stroom doorgaat eene warmteontwikkeling, positief of negatief, die geheel van denzelfden aard zou zijn als de door PELTIER ontdekte.

§ 6. De toepassing, die de genoemde natuurkundigen van de tweede wet der mechanische warmtetheorie maakten, berust op de onderstelling, dat men de door een electrischen stroom teweeggebrachte warmteverschijnselen geheel afgescheiden mag behandelen van de warmtegeleiding, die van de eene naar de andere contactplaats geschiedt.

De bedoelde wet leert toch, dat slechts voor volkomen omkeerbare kringloopen van veranderingen de vergelijking:

$$\Sigma \frac{Q}{T} = 0$$

geldt en nu is de warmtegeleiding een uit zijnen aard niet omkeerbaar verschijnsel. En dit niet alleen, maar de warmtehoeveelheden, waarvan boven sprake was, zijn veel kleiner dan die, welke door geleiding worden overgebracht, en wij kunnen deze verhouding niet zoo maken als wij willen, daar het geleidingsvermogen der metalen voor de warmte met dat voor de electriciteit nagenoeg gelijken tred houdt. »Still", zegt THOMSON, »the reversible part of the agency, in the thermo-electric circumstances we have supposed, is in itself so *perfect*, that it appears in the highest degree probable it may be found to fulfil independently the same conditions as the general law would impose on it if it took place unaccompanied by any other thermal or thermodynamic process".

§ 7. Ik zal in hetgeen volgt de tweede wet der warmtetheorie op de thermo-electrische verschijnselen toepassen, op eene wijze, die van de door THOMSON en CLAUSIUS gevolgde afwijkt. Ik richt daartoe eene denkbeeldige proef

zoo in, dat eene hoeveelheid electriciteit door twee contactplaatsen in tegengestelde richting wordt geleid, maar dat zij van de eene contactplaats naar de andere wordt gebracht, niet door geleiding maar door *convectie* door middel van een hulpconductor. Zooals zal blijken is het mogelijk, op deze wijze tot een volkomen omkeerbaren kringloop te geraken, waarop het beginsel van CARNOT zonder voorbehoud mag worden toegepast. Bovendien is de vraag interessant, wat thans, nu volstrekt geen overgang van electriciteit tusschen ongelijk verwarmde deelen van een metaal plaats heeft, in de plaats moet treden van het door THOMSON ontdekte verschijnsel. Want ook nu moet eenig ander verschijnsel, behalve de warmteontwikkeling van PELTIER bestaan, zal deze laatste — als zij niet met de absolute temperatuur evenredig is — niet in strijd komen met het principe, dat niet van zelf warmte van een lichaam van lagere naar een ander van hoogere temperatuur kan overgaan.

De conclusie, waartoe ik geraak, kan zoo worden uitgesproken, dat de hoeveelheid warmte, noodig om aan een geleider een zekere temperatuursverhooging te geven (onder nader te bepalen omstandigheden) bij een geëlectriseerden toestand van den geleider grooter of kleiner is dan wanneer deze niet geladen is, en wel grooter of kleiner, naarmate de lading het eene of het andere teeken heeft, en met een bedrag, dat evenredig is met de grootte der lading.

§ 8. In dit onderzoek wordt kortheidshalve met »contact" bedoeld een samenstel van twee stukken van verschillende metalen, die met elkander in aanraking zijn en blijven. Wij zullen twee dergelijke contacten onderstellen uit dezelfde metalen samengesteld. Deze laatste worden door de letters A en B onderscheiden, en alles, wat op een van beiden betrekking heeft, van de analoge grootheid voor het andere metaal door de indices a en b. Eveneens duiden de indices 1 en 2 aan, of eenige grootheid op het eerste of op het tweede contact betrekking heeft. De deelen der contacten worden dus met A_1, B_1, A_2, B_2 aangeduid. Elk contact is voortdurend in aanraking met een groot warmte-

reservoir van constante temperatuur; deze reservoirs heeten R_1 en R_2; hunne temperaturen zijn T_1 en T_2. Bij het afleiden der formules zullen wij, wat zonder aan de algemeenheid tekort te doen, geoorloofd is, het temperatuurverschil oneindig klein onderstellen; wij vervangen dan T_1 door T, T_2 door $T + dT$.

De potentiaal wordt in het algemeen door φ, voor A_1, B_1, A_2, B_2 resp. door φ_{a_1}, φ_{b_1}, φ_{a_2}, φ_{b_2} voorgesteld. Deze potentialen kunnen allerlei waarden hebben, daar wij de contacten in hun geheel positieve of negatieve ladingen kunnen geven; alleen moet daarbij tusschen φ_{a_1} en φ_{b_1} een bepaald verschil bestaan; eveneens tusschen φ_{a_2} en φ_{b_2}.

Wanneer bij eene willekeurige temperatuur T de beide metalen A en B elkander aanraken, zal een potentiaalverschil

$$\varphi_a - \varphi_b = \psi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

bestaan. Deze grootheid hangt van T af, en zal dan ook somtijds door $\psi(T)$ voorgesteld worden.

Klaarblijkelijk is dus

$$\varphi_{a_1} - \varphi_{b_1} = \psi(T_1) \quad \text{en} \quad \varphi_{a_2} - \varphi_{b_2} = \psi(T_2)$$

en wanneer T_1 en T_2 oneindig weinig verschillen, zal ook het verschil

$$(\varphi_{a_2} - \varphi_{b_2}) - (\varphi_{a_1} - \varphi_{b_1})$$

oneindig klein van dezelfde orde zijn. De verschillen $\varphi_{a_2} - \varphi_{a_1}$ en $\varphi_{b_2} - \varphi_{b_1}$ kunnen dan nog zeer goed eindige waarden hebben; wij zullen ons intusschen voorstellen, dat ook deze verschillen elk oneindig klein zijn van dezelfde orde als dT. Wanneer wij de temperaturen T en $T + dT$ noemen, zullen wij dus de potentialen aan de beide contacten aanduiden door

$$\varphi_a, \quad \varphi_b, \quad \varphi_a + d\varphi_a \quad \text{en} \quad \varphi_b + d\varphi_b.$$

Daarbij kan dan nog eene der grootheden $d\varphi_a$ en $d\varphi_b$

willekeurig gekozen worden, maar de andere wordt bepaald door

$$d\varphi_a - d\varphi_b = \frac{d\psi}{dT} dT. \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

Gemakshalve stellen wij ons voorloopig voor, dat al de vier potentialen positieve waarden hebben.

§ 9. Ten einde nu eene hoeveelheid electriciteit e door het eene contact van B_1 op A_1 en door het andere van A_2 op B_2 te doen overgaan, maken wij gebruik van twee geleiders, die wij *dragers* of *overbrengers* zullen noemen, die beurtelings met A_1, A_2, B_1, B_2 in geleidende gemeenschap worden gebracht, en waarvan de een de bedoelde hoeveelheid van A_1 opneemt en aan A_2 afstaat, terwijl de andere eene gelijke hoeveelheid van B_2 ontvangt en aan B_1 afgeeft. De omstandigheden, waaronder dit geschiedt, moeten echter geschikt worden gekozen.

Vooreerst, om geene nieuwe aan contactplaatsen werkzame electromotorische krachten, behalve de bovengenoemde in te voeren, maken wij den overbrenger, die tusschen A_1 en A_2 dienst doet, van het metaal A, den anderen van het metaal B. Wij noemen dienovereenkomstig de dragers G_a en G_b.

Vervolgens zal slechts dan eene omkeerbare proef worden verkregen, wanneer nooit twee lichamen van verschillende temperatuur en evenmin twee geleiders van verschillenden potentiaal met elkander in aanraking komen. Om aan de laatste voorwaarde, wat G_a betreft, te voldoen stellen wij ons voor, dat deze overbrenger steeds met positieve electriciteit is voorzien, waarvan het bedrag alleen wisselt, al naarmate G_a juist de hoeveelheid e heeft afgestaan of opgenomen. De drager heeft dan ook steeds een positieven potentiaal, en om dezen te kunnen veranderen en dus, zooals vereischt wordt, nu eens $= \varphi_{a_1}$, dan weer $= \varphi_{a_2}$ te maken, zullen wij aannemen, dat G_a een veranderlijken vorm bezit, en dien ten gevolge eene veranderlijke capaciteit.

De drager kan dus uit een enkelen conductor bestaan,

die kan samengedrukt of uitgerekt worden, of uit twee deelen, waarvan het eene in of over het andere verschoven kan worden, zoodat zij in elken stand één geleidend lichaam uitmaken, of eindelijk — en dit zullen wij ons in het vervolg voorstellen — uit twee (of meer) geheel van elkander gescheiden conductoren, waarvan de onderlinge afstand veranderd kan worden. De drager mag echter *geen condensator* zijn, en dus niet een der beide deelen met den grond verbonden worden, daar wij dan compliceerende electromotorische krachten tusschen dat deel en de aarde zouden invoeren. Integendeel moeten de beide deelen steeds denzelfden potentiaal hebben, waarvoor wij kunnen zorgen door ze steeds door een oneindig dunnen draad van het metaal A verbonden te laten. Wanneer de beide deelen gelijk zijn en steeds als elkaars spiegelbeelden ten opzichte van een plat vlak beschouwd kunnen worden, is overigens die draad niet noodig, indien slechts in den beginne beide gelijke ladingen verkregen hebben, wanneer ten minste alle veranderingen van G_a, nadat de drager met het eene en voor dat hij met het andere contact in gemeenschap is geweest, plaats hebben, terwijl G_a op zeer grooten afstand van andere geëlectriseerde lichamen, met name van G_b en van de contacten is geplaatst. Dit laatste zullen wij steeds aannemen, en wij zullen ook onderstellen, dat de gemeenschap van G_a met A_1 of A_2 op grooten afstand door zeer dunne draden, natuurlijk van het metaal A, wordt tot stand gebracht. Wanneer G_a uit twee niet met elkaar verbonden deelen bestaat, moeten beide aldus met A_1 of A_2 in gemeenschap gebracht worden. Van G_b gelden dergelijke opmerkingen als van G_a.

De veranderlijke capaciteit van G_a en G_b maakt het ook mogelijk den electriciteitsovergang door de contacten zoo te doen plaats hebben, dat aan den toestand van deze zelf niets verandert. Daartoe brengen wij, nadat eerst door regeling der capaciteiten de potentialen van G_a en G_b gelijk aan φ_{a_1} en φ_{b_1} zijn gemaakt, de overbrengers *gelijktijdig* met A_1 en B_1 in gemeenschap; wij vergrooten dan de capaciteit van G_a en verkleinen ter zelfder tijd die van

G_b zooveel, dat wanneer de potentialen der dragers niet veranderen zullen, G_a eene hoeveelheid electriciteit e moet opnemen, en G_b eene even groote hoeveelheid moet verliezen. Klaarblijkelijk zullen dan de potentialen werkelijk φ_{a_1} en φ_{b_1} blijven en (daar ook eventueel ontwikkelde of geabsorbeerde warmte aan R_1 wordt afgestaan of onttrokken) zal er aan den toestand van het contact niets veranderen. Op eene dergelijke wijze gaan wij te werk, wanneer wij de hoeveelheid e naderhand door het tweede contact in de richting van A_2 naar B_2 willen doen overgaan.

§ 10. Om er eindelijk voor te zorgen, dat G_a of G_b niet met A_1 en A_2, B_1 en B_2 in aanraking worden gebracht, tenzij de temperaturen eerst T_1 en T_2 zijn geworden, moeten wij de overbrengers kunnen verwarmen en afkoelen. Te dien einde voorzien wij elken drager van eene hoeveelheid van eene samendrukbare stof, voor het gemak der beschouwingen een volkomen gas, die hetzij binnen den conductor of in een vat daarbuiten zoo besloten is, dat de conductor zich ermede in temperatuurevenwicht moet stellen. Die gasmassa's nu kunnen *adiabatisch* samengedrukt worden of zich uitzetten, en men zal aldus de temperatuur van den conductor naar willekeur kunnen verhoogen of verlagen door een zekeren positieven of negatieven uitwendigen arbeid te verrichten. De volumeveranderingen van het gas zullen slechts langzaam genoeg moeten plaats hebben, opdat men zeker kunne zijn, dat op elk oogenblik conductor en gas gelijke temperaturen hebben. Maar voor den tijd, waarin wij de verschillende operaties volbrengen, bestaat geene grens.

De omstandigheid, dat de overbrengers slechts dan met de contacten in gemeenschap worden gebracht, wanneer zij eerst de temperaturen daarvan hebben verkregen, levert nog dit voordeel op, dat, wanneer electromotorische krachten mochten bestaan tusschen niet even warme deelen van een zelfde metaal, deze thans buiten beschouwing kunnen blijven. Eveneens zal eene verandering der structuur van de metalen met de temperatuur geenerlei invloed op onze

redeneeringen kunnen uitoefenen, wanneer ten minste die structuur telkens, wanneer de temperatuur tot dezelfde hoogte terugkeert, weer dezelfde wordt. Want dan zullen de overbrengers altijd dezelfde structuur hebben als de metalen, waarmede zij in aanraking worden gebracht.

§ 11. Resumeeren wij thans, wat wij achtereenvolgens te doen hebben. Wij beginnen met de overbrengers in een toestand, waarin zij de potentialen φ_{a_1} en φ_{b_1}, de temperatuur T_1 hebben. Wij brengen ze in gemeenschap met het eerste contact en daardoor tevens met het warmtereservoir R_1 (de gemeenschap door de dunne in § 9 genoemde draden is voor dit laatste voldoende, maar wij kunnen ons, zoo wij willen, G_a en G_b nog op andere wijze met R_1 in gemeenschap gebracht denken). Bij standvastige temperatuur laten wij thans door verandering der capaciteiten van G_a en G_b de hoeveelheid electriciteit e van den tweeden op den eersten drager overgaan. Na vervolgens de overbrengers van het contact gescheiden te hebben, veranderen wij zonder warmtetoe- of afvoer de volumens der beide gasmassa's en de capaciteiten zoo, dat de temperaturen T_2 worden en de potentialen φ_{a_2} en φ_{b_2}. Gemeenschap wordt daarna gemaakt tusschen de dragers en 't tweede contact met het warmtereservoir R_2. Wordt na den overgang der hoeveelheid electriciteit e die gemeenschap opgeheven, dan hebben de dragers reeds weer dezelfde ladingen als aanvankelijk; eene adiabatische verandering der gasvolumens en der capaciteiten dient om hun ook de oorspronkelijke potentialen en temperatuur te doen aannemen. Mocht er dan nog eenig verschil tusschen den eind- en begintoestand bestaan, met name, wat het volume der gasmassa's betreft, dan kunnen wij dat niet zonder warmtetoe- of afvoer opheffen, daar wij geene temperatuursverandering meer mogen teweeg brengen. Wij brengen dus in dat geval de overbrengers met R_1 in verband, en herstellen door eene laatste isothermische verandering den oorspronkelijken toestand. De aldus voltooide kringloop is, zooals men gemakkelijk inziet, volkomen omkeerbaar.

§ 12. Om de gevolgen van het beginsel van CARNOT

wiskundig uit te werken beginnen wij met de beschouwing der veranderingen, die een overbrenger ondergaan kan. Daar — men denke slechts aan het door THOMSON verkregen resultaat — een zeer nauw verband bestaat tusschen de electriciteit en de warmte, een verband, dat ons wat zijn wezen betreft, geheel onbekend is, moeten wij voorzichtig te werk gaan. Ik zal daarom trachten, zoo min mogelijk stilzwijgende onderstellingen te maken, maar elke hypothese, die ik invoer, al klinkt zij ook zeer waarschijnlijk, uitdrukkelijk vermelden.

Eerste onderstelling. Wanneer een geïsoleerde conductor eene electrische lading bezit, zal bij verwarming of afkoeling het bedrag daarvan (te beoordeelen naar de electrostatische werking op zeer grooten afstand) niet veranderen.

Tweede onderstelling. Wanneer een conductor in alle punten dezelfde temperatuur heeft verdeelt zich eene electrische lading daarover naar de gewone wetten der electrostatica, zoodat bij verwarming of afkoeling geene andere wijziging in die verdeeling optreedt, dan aan de veranderde grootte en gedaante beantwoordt. De krachten, die ten gevolge van de ladingen tusschen de verschillende deelen van een geleider werken, kunnen uit de gewone regels der electrostatica worden afgeleid.

Wanneer van den potentiaal in eenig punt sprake is bedoelen wij daarmede de grootheid $\Sigma \frac{e}{r}$ voor alle aanwezige electriciteit berekend. De capaciteit van een conductor is de verhouding van lading en potentiaal.

§ 13. De toestand van een overbrenger is door de volgende grootheden bepaald: 1°. de temperatuur T, 2°. het volume v der gasmassa, 3°. de electrische lading E, 4°. de grootheden, die den overbrenger meetkundig bepalen.

Wat deze laatste grootheden betreft, merke men op, dat in het algemeen niet slechts de onderlinge stand van de geleiders, waaruit wij ons (§ 9) den overbrenger samengesteld denken, maar ook van elk daarvan de vorm en de grootte kunnen veranderen. Temperatuursverhoogingen kunnen eene uitzetting, electrische afstootingen eene deformatie teweeg

brengen. Toch mogen wij het geval stellen, dat de meetkundige vorm van elken geleider onveranderd wordt gehouden.

Ten einde omkeerbare veranderingen te verkrijgen moeten wij nl. uitwendige krachten invoeren, die in staat zijn het stelsel in een bepaalden toestand te houden, dus behalve een op de gasmassa werkenden druk ook krachten, die op de conductoren werken. Deze laatste kunnen voor een stelsel geleiders van volkomen onveranderlijken vorm bestaan in een kracht en een koppel voor elk daarvan, maar moeten als de vorm veranderlijk is voor elk oppervlakteelement van elken geleider eene bepaalde grootte hebben. Bestaan eenmaal die krachten en worden ze steeds naar den toestand van het systeem geregeld, dan kunnen wij bij de toepassing van de wetten der warmtetheorie elke willekeurige vormverandering onderstellen, en ook de uitwendige krachten steeds zoo regelen, dat de meetkundige vorm van elken geleider dezelfde blijft.

In deze laatste onderstelling, die wij voortaan maken, zal men om den arbeid te vinden, dien de uitwendige krachten verrichten, voor elken geleider al deze krachten tot eene enkele kracht en een koppel kunnen samenstellen, en den arbeid dezer laatste berekenen. Die kracht en dat koppel zijn noodig om evenwicht te maken met de electrische afstootingen, die de geleider van de overige ondervindt; zij verrichten een positieven of negatieven arbeid bij elke toenadering of verwijdering der deelen van den overbrenger, dus bij elke capaciteitsverandering.

Onder de onafhankelijk veranderlijken echter behoeven thans, behalve T, v, E nog slechts die opgenomen te worden, welke den onderlingen stand der geleiders bepalen. Voor een dezer grootheden kunnen wij altijd de capaciteit C van het stelsel nemen, de overigen willekeurig kiezen. Zijn deze laatste eens gekozen dan kunnen wij volstaan met zulke veranderingen van den overbrenger, waarbij zij constant blijven en alleen C variëert.

Eindelijk kunnen wij nog, zoo wij willen, in het stel onafhankelijk veranderlijken E en C vervangen door E en φ, zoodat het dan wordt T, v, E, φ ....

§ 14. Eene oneindig kleine verandering van den overbrenger, nadat deze van elken anderen geleider gescheiden is, en nadat dus de lading E constant is gemaakt, kan thans door

$$dT,\ dv,\ dC,\ (\text{of } d\varphi)$$

worden bepaald. In het algemeen zal eene hoeveelheid warmte dQ moeten worden toegevoerd, terwijl tevens de uitwendige krachten een arbeid zullen verrichten. Voor die krachten, welke noodig zijn om met de electrostatische afstooting der deelen van den conductor evenwicht te maken is ten gevolge van het in de vorige § gezegde en van de tweede onderstelling de arbeid zoo groot als de electrostatica dat voor een systeem geleiders elk van onveranderlijken vorm leert, d. w. z. gelijk aan de vermeerdering van het gewone electrostatische arbeidsvermogen:

$$d(\tfrac{1}{2} E\varphi),$$

waarvoor wij ook schrijven kunnen

$$\tfrac{1}{2} E\, d\varphi = -\tfrac{1}{2}\frac{E^2}{C^2} dC.$$

§ 15. *Derde onderstelling.* De aanwezigheid van de geelectriseerde geleiders in aanraking met de gasmassa heeft geen invloed op den druk p van deze laatste; deze hangt op de gewone wijze van v en T af.

Deze onderstelling wordt vooral aannemelijk, wanneer men zich voorstelt, dat de gasmassa's zich *binnen* de geleiders bevinden, hetgeen eene adiabatische samendrukking of uitzetting, ook bij standvastigen vorm van den conductor niet behoeft te beletten, daar het gas aan de binnenzijde begrensd kan zijn door een oppervlak, waarop de druk p werkt. Richt men de zaak zoo in, dan zou de derde onderstelling slechts onjuist zijn, wanneer de eigenschappen van een gas reeds door de omstandigheid, dat het in eene ruimte van hoogeren potentiaal komt, al werken er geene electrische krachten op, veranderden.

Natuurlijk zal, wanneer men met inwendige gasmassa's

wil werken, elk der deelen, waaruit de overbrenger is samengesteld, zulk eene gasmassa moeten bevatten; gemakshalve kunnen wij dan de volumens daarvan zoo geregeld denken, dat de druk steeds dezelfde is, zoodat wij van ééne gasmassa kunnen spreken. Eene gasmassa in het binnenste van één geleider is trouwens voldoende, wanneer deze met de anderen door de in § 9 genoemde draden in warmteevenwicht is.

De arbeid van den uitwendigen druk is bij de in § 14 ingevoerde toestandsverandering:

$$-\,p\,dv\,,$$

dus de totale arbeid der uitwendige krachten

$$\tfrac{1}{2}\,E\,d\varphi - p\,dv.$$

§ 16. Voor het arbeidsvermogen van den overbrenger kunnen wij altijd schrijven

$$U = \tfrac{1}{2}\,E\varphi + U',$$

waarbij U' het arbeidsvermogen voorstelt, dat, in welken vorm dan ook, buiten het gewone electrostatische aanwezig is; men denke het zich voorloopig van al de bepalende grootheden afhankelijk. Voor de in § 14 ingevoerde toestandsverandering wordt nu de vergelijking, die het behoud van arbeidsvermogen uitdrukt,

$$dQ + \tfrac{1}{2}\,E\,d\varphi - p\,dv = dU,$$

of

$$dQ - p\,dv = \frac{\partial U'}{\partial T}\,dT + \frac{\partial U'}{\partial \varphi}\,d\varphi + \frac{\partial U'}{\partial v}\,dv.$$

Uit de conditie, dat $\frac{dQ}{T}$ eene volledige differentiaal moet zijn, volgt nog

$$\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{p + \frac{\partial U'}{\partial v}}{T}\right) = \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\frac{\partial U'}{\partial T}}{T}\right) \text{ en } \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\frac{\partial U'}{\partial \varphi}}{T}\right) = \frac{\partial}{\partial \varphi}\left(\frac{\frac{\partial U'}{\partial T}}{T}\right),$$

dus, daar p tengevolge van de derde onderstelling met T evenredig is, bij ontwikkeling:

$$\frac{\partial U'}{\partial v} = 0 \text{ en } \frac{\partial U'}{\partial \varphi} = 0 \ldots\ldots\ldots (5)$$

Het eerste was te voorzien; het laatste leert ons, dat bij eene standverandering van de deelen der overbrengers ten opzichte van elkander bij standvastige lading en temperatuur inderdaad alleen het gewone electrostatische arbeidsvermogen eene verandering ondergaat, of ook, dat bij de bedoelde capaciteitsverandering, wanneer zij adiabatisch wordt uitgevoerd en zonder dat v verandert, de temperatuur niet varieert.

De grondvergelijking wordt nu:

$$dQ = p\,dv + \frac{\partial U'}{\partial T}\,dT, \ldots\ldots\ldots (6)$$

zoodat voor eene adiabatische toestandsverandering:

$$dv = -\frac{1}{p}\frac{\partial U'}{\partial T}dT \ldots\ldots\ldots (7)$$

wordt, waaruit wij kunnen afleiden, *hoe ver* wij bij de in § 11 genoemde toestandsveranderingen de gasmassa moeten samendrukken, of doen uitzetten om de gewenschte temperatuursveranderingen te verkrijgen.

§ 17. Gaan wij thans na, wat er geschiedt, wanneer wij op de in § 11 aangegeven wijze de oneindig kleine hoeveelheid electriciteit e door een contact, dat de temperatuur T heeft, *van* G_a *op* G_b doen overgaan, en beschouwen wij de hoeveelheid warmte w, die daarbij ontwikkeld en aan het reservoir R afgestaan kan worden. Daar (§ 10) aan den toestand van het contact niets verandert, is w gelijk aan de som van den arbeid der uitwendige krachten en van de vermindering, die in het arbeidsvermogen van G_a en G_b mocht plaats hebben. De capaciteiten der overbrengers nu hebben de veranderingen:

$$dC_a = -\frac{e}{\varphi_a}, \qquad dC_b = +\frac{e}{\varphi_b} \ldots\ldots (8)$$

moeten ondergaan. De uitwendige arbeid echter, noodig voor eene oneindig kleine capaciteitsverandering van G_a of G_b, dus voor eene *oneindig kleine* relatieve verplaatsing der deelen van de overbrengers, is slechts afhankelijk van de electrostatische krachten, die deze deelen *eerst* op elkander uitoefenen, en hangt er niet van af, of de overbrengers *gedurende* die verandering eene oneindig kleine electriciteitshoeveelheid behouden of verliezen. Wij mogen dus den voor de veranderingen (8) noodigen arbeid berekenen door middel van de uitdrukking $-\frac{1}{2}\frac{E^2}{C^2}\,dC = -\frac{1}{2}\varphi^2\,dC$ en vinden dan, de overbrengers G_a en G_b te zamen beschouwende, den uitwendigen arbeid:

$$-\tfrac{1}{2}\varphi_a{}^2\,dC_a - \tfrac{1}{2}\varphi_b{}^2\,dC_b = \tfrac{1}{2}e(\varphi_a - \varphi_b).$$

De druk, die op de gasmassa's werkt, verricht geen arbeid, daar wij bij de overbrenging van e de gasvolumens constant laten. Voorts is het electrostatische arbeidsvermogen van G_a toegenomen met $d(\frac{1}{2}E_a\varphi_a) = -\frac{1}{2}e\varphi_a$, daar φ_a constant blijft, dat van G_b met $+\frac{1}{2}e\varphi_b$. Het overige deel van het arbeidsvermogen U' is voor G_a toegenomen met:

$$-e\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a$$

en voor G_b met:

$$+e\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b.$$

Bij het opmaken dezer differentiaalquotiënten moeten wij ons eigenlijk φ en niet C als standvastig denken, maar ten gevolge van (5) doet deze onderscheiding niet ter zake.

Alles samenvattende verkrijgen wij:

$$w = e\left[\varphi_a - \varphi_b + \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b\right]. \ldots\ldots (9)$$

Natuurlijk zal, wanneer de hoeveelheid e *van* G_b *naar* G_a overgaat eene even groote hoeveelheid warmte uit het reservoir R worden *opgenomen.*

§ 18. Bij de toepassing van het voorgaande op den geheelen in § 11 beschreven kringloop moeten wij in het oog houden, dat zoowel het verschil der temperaturen van de beide contacten dT als ook de over te brengen electriciteitshoeveelheid e oneindig klein is. De verschillen $d\varphi_a$ en $d\varphi_b$ zijn van dezelfde orde als dT (§ 8). In de vergelijking, die wij ten slotte zullen afleiden, zullen nu grootheden kunnen voorkomen van verschillende orde met betrekking tot e, dT, $d\varphi_a$, $d\varphi_b$. Die van de eerste orde zullen wegvallen, en wat die van hoogere orde betreft, is het duidelijk, dat de termen met $e\,dT$, $e\,d\varphi_a$, $e\,d\varphi_b$ met weglating van alle andere aan de vergelijking zullen moeten voldoen. Wij zullen dus alle termen met e^2, $(dT)^2$, $(d\varphi_a)^2$, $(d\varphi_b)^2$, $dT\,d\varphi_a$, $dT\,d\varphi_b$ in den loop onzer berekeningen mogen weg laten.

De begintoestand der overbrengers is bepaald door de grootheden:

$$T,\ v_a,\ v_b,\ \varphi_a,\ \varphi_b,\ E_a,\ E_b,$$

en thans hebben de volgende veranderingen plaats.

I. Gemeenschap der overbrengers met het eerste contact en overgang van eene hoeveelheid electriciteit e van G_b op G_a.

Uit R_1 wordt opgenomen de warmte:

$$w = e\left[\varphi_a - \varphi_b + \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b\right]_{(T,\,\varphi_a,\,\varphi_b,\,E_a,\,E_b)}$$

Wij hebben hier tusschen haakjes als indices toegevoegd die waarden der onafhankelijk veranderlijken, voor welke wij de waarde van de aangegeven grootheid moeten nemen. Nieuwe toestand:

$$T,\ v_a,\ v_b,\ \varphi_a,\ \varphi_b,\ E_a + e,\ E_b - e.$$

II. Adiabatische verandering, om T, φ_a, φ_b tot $T + dT$, $\varphi_a + d\varphi_a$, $\varphi_b + d\varphi_b$ te doen stijgen.

De nieuwe toestand is:

$T + dT$, $v_a + dv_a$, $v_b + dv_b$, $\varphi_a + d\varphi_a$, $\varphi_b + d\varphi_b$, $E_a + e$, $E_b - e$, waarbij volgens (7):

$$dv_a = -dT\left(\frac{1}{p_a}\frac{\partial U'_a}{\partial T}\right)_{(T, v_a, \varphi_a, E_a + e)}$$

$$dv_b = -dT\left(\frac{1}{p_b}\frac{\partial U'_b}{\partial T}\right)_{(T, v_b, \varphi_b, E_b - e)}$$

is.

III. Nadat de overbrengers met het tweede contact en met R_2 in gemeenschap zijn gebracht wordt e van G_a op G_b overgevoerd. Aan R_2 wordt afgestaan de warmte:

$$w' = e[\varphi_a + d\varphi_a - \varphi_b - d\varphi_b] +$$
$$+ e\left[\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b\right]_{(T+dT, \varphi_a+d\varphi_a, \varphi_b+d\varphi_b, E_a+e, E_b-e)},$$

waarvoor men overeenkomstig de in 't begin dezer § gemaakte opmerking, en daar U' van φ onafhankelijk is, mag schrijven:

$$w' = e(\varphi_a + d\varphi_a - \varphi_b - d\varphi_b) +$$
$$+ e\left[\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b\right]_{(T+dT, \varphi_a, \varphi_b, E_a, E_b)} \quad . \quad (10)$$

Nieuwe toestand:

$$T + dT, v_a + dv_a, v_b + dv_b, \varphi_a + d\varphi_a, \varphi_b + d\varphi_b, E_a, E_b.$$

IV. Adiabatische overgang tot den toestand:

$$T, v_a + dv_a + d'v_a, v_b + dv_b + d'v_b, \varphi_a, \varphi_b, E_a, E_b,$$

waarbij:

$$d'v_a = +dT\left(\frac{1}{p_a}\frac{\partial U'_a}{\partial T}\right)_{(T+dT, v_a+dv_a, \varphi_a+d\varphi_a, E_a)},$$

of, daar dv_a van de orde dT is:

$$d'v_a = +dT\left(\frac{1}{p_a}\frac{\partial U'_a}{\partial T}\right)_{(T, v_a, \varphi_a, E_a)}.$$

Eveneens:

$$d' v_b = + dT \left(\frac{1}{p_b} \frac{\partial U'_b}{\partial T} \right)_{(T, v_b, \varphi_b, E_b)}.$$

De volumens der gasmassa's zijn dus ten slotte:

$$v_a + d v_a + d' v_a = v_a - e\, d\, T \left(\frac{1}{p_a} \frac{\partial^2 U'_a}{\partial E_a \partial T} \right)_{(T, v_a, \varphi_a, E_a)}$$

en:

$$v_b + d v_b + d' v_b = v_b + e\, d\, T \left(\frac{1}{p_b} \frac{\partial^2 U'_b}{\partial E_b \partial T} \right)_{(T, v_b, \varphi_b, E_b)}.$$

Of thans de kringloop voltooid is hangt slechts hiervan af of het differentiaalquotient:

$$\frac{\partial^2 U'}{\partial E \partial T}$$

al of niet $= 0$ is. Is het niet $= 0$, dan is $\frac{\partial U'}{\partial T}$ van E afhankelijk; m. a. w. de vermeerdering, die de inwendige energie der overbrengers bij eene zekere temperatuursverhooging ondergaat, bevat een deel, dat van de lading afhankelijk is. Dan zal ook, wanneer wij eene temperatuursverhooging willen doen ontstaan door eene adiabatische samendrukking van het gas, de vereischte volumeverandering afhangen van de lading. Vandaar dat dan, daar bij de tweede en de vierde verandering de ladingen ongelijk zijn geweest, *niet* $d' v_a = - d v_a$ en $d' v_b = - d v_b$ wordt.

In 't midden latende hoe groot $\frac{\partial^2 U'}{\partial E \partial T}$ is kunnen wij den oorspronkelijken toestand in elk geval weder herstellen door:

V. Nadat de overbrengers met het reservoir R_1 in gemeenschap gebracht zijn de volumens met:

$$e\, d\, T \left(\frac{1}{p_a} \frac{\partial^2 U'_a}{\partial E_1 \partial T} \right)_{(T, v_a, \varphi_1, E_a)}$$

en;

$$- e\,d\,T\left(\frac{1}{p_b}\,\frac{\partial^2 U'_b}{\partial E_b\,\partial T}\right)_{(T,\,v_b,\,\varphi_b,\,E_b)}$$

te vergrooten. Daarbij wordt uit R_1 opgenomen de warmte:

$$w'' = e\,d\,T\left(\frac{\partial^2 U'_a}{\partial E_a\,\partial T} - \frac{\partial^2 U'_b}{\partial E_b\,\partial T}\right)_{(T,\,v_a,\,v_b,\,\varphi_a,\,\varphi_b,\,E_a,\,E_b)}.$$

§ 19. Ten slotte is aan R_1 onttrokken de warmtehoeveelheid:

$$w + w''$$

en aan R_2 afgestaan de hoeveelheid:

$$w'.$$

Van deze hoeveelheden zijn er twee, nl. w en w' ontwikkeld of geabsorbeerd bij den overgang der electriciteit door de contacten; zij zouden, als $w'' = 0$ was, volgens de tweede wet der warmtetheorie zich moeten verhouden als de absolute temperaturen. Bestaat die evenredigheid niet, dan kan eene schending van die wet worden voorkomen door de derde warmtehoeveelheid w'', waarvan wij den oorsprong aanwezen.

Thans moet:

$$\frac{(w + w'')}{T} = \frac{w' - (w + w'')}{d\,T} \quad \ldots\ldots\ (11)$$

zijn.

Substitueert men nu in (10):

$$\left[\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b\right]_{(T + d\,T,\,\varphi_a,\,\varphi_b,\,E_a,\,E_b)} =$$

$$= \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b + dT\left(\frac{\partial^2 U'_a}{\partial E_a \partial T} - \frac{\partial^2 U'_b}{\partial E_b \partial T}\right)_{(T,\,\varphi_a,\,\varphi_b,\,E_a,\,E_b)},$$

dan blijkt:

$$w' - (w + w'') = e\,(d\,\varphi_a - d\,\varphi_b) = e\,d\,\psi$$

te zijn.

Voorts kan men in het eerste lid van den teller van (11) w'', welke grootheid van de orde dT is, weglaten; en men verkrijgt na deeling door e:

$$\frac{\psi + \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b}{T} = \frac{d\psi}{dT},$$

of

$$\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b = T\frac{d\psi}{\partial T} - \psi. \quad \ldots\ldots \text{(A)}$$

Uit deze vergelijking blijkt, dat wanneer in de beide overbrengers $\frac{\partial U'}{\partial T}$ onafhankelijk van E, dus $\frac{\partial U'}{\partial E}$ onafhankelijk van T was, ψ eene lineaire functie van de temperatuur moest zijn. Is het potentiaalverschil bij het contact op andere wijze van T afhankelijk, dan hangt ook $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$ van de temperatuur af; hetzelfde geldt dan althans van eene en waarschijnlijk van beide grootheden $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a$ en $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$.

Wanneer bij elk paar metalen ψ, en dit is voor zoover wij weten, het geval, alleen van de temperatuur afhangt, maar van geene enkele andere omstandigheid, is ook $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$ eene zuivere temperatuurfunctie, welke ook de vorm, capaciteit, enz. der overbrengers moge zijn. Die temperatuurfunctie is ook dezelfde, onverschillig welke lading de overbrengers hebben; namen wij in § 8 aan, dat alle te beschouwen lichamen eene positieve lading hebben, wij kunnen even goed onderstellen, dat er eene negatieve bestaat en verkrijgen dan dezelfde uitkomst, mits wij in het geheele onderzoek E als eene veranderlijke behandelen, die positief of negatief kan zijn en in differentiaalquotienten als de in (A) voorkomende onder dE de *algebraïsche* aangroeiing verstaan.

Zal voor elk paar metalen $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$ alleen van

de temperatuur afhangen, dan moet voor alle overbrengers die uit eenzelfde metaal bestaan,

$$\frac{\partial U'}{\partial E} = F(T) \ldots\ldots\ldots\ldots (B)$$

eene zelfde functie van de temperatuur zijn, geheel onafhankelijk van den bijzonderen vorm, grootte of toestand van dien drager. Voor twee metalen A en B is dan

$$F_a(T) - F_b(T) = T\frac{d\psi}{dt} - \psi.$$

§ 20. Wij hebben bij de beoordeeling der verkregen uitkomst in het oog te houden, dat U' (§ 16) afkon hangen van T, E, φ, en van de verschillende grootheden, die den meetkundigen vorm van den overbrenger bepalen. Wanneer wij ons dus tot het geval beperken van een onveranderlijken vorm van dezen laatsten, kan U' nog slechts van T, E en φ afhangen, en zelfs alleen van T en E, daar wij in § 16 bewezen, dat $\frac{\partial U'}{\partial \varphi} = 0$ is. Dan volgt echter uit (B):

$$U' = E.F(T) + U_0',\ldots\ldots\ldots (C)$$

waarbij U_0' het arbeidsvermogen is, wanneer de conductor, altijd bij den voorgeschreven vorm, geene lading bezit.

Uit (C) volgt nu verder, dat, wanneer wij den overbrenger van de temperatuur T tot $T + dT$ willen verwarmen, daarbij door geschikte krachten den meetkundigen vorm en ook het gasvolume onveranderd houdende, de hoeveelheid warmte:

$$dQ = EF'(T)\,dT + \frac{dU_0'}{dT}\,dT$$

moet toegevoerd worden. De warmte, die voor de verhitting van het gas noodig is, is (derde onderstelling) onafhankelijk van de electrische lading en schuilt dus in den laatsten term. Laten wij derhalve thans de gasmassa weg

dan verkrijgen wij ook voor den overbrenger alleen de formule:

$$dQ = EF'(T)\,dT + A\,dT, \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

waarbij A eene van E onafhankelijke temperatuurfunctie (of constante) is.

Dit resultaat geldt nu ook voor een enkelen conductor, al hebben wij ons tot nog toe den overbrenger voorgesteld als uit minstens twee van elkander gescheiden deelen te bestaan. Mocht men er aan twijfelen, men denke zich dan den drager samengesteld uit twee gelijke en gelijkvormige geleiders zoo geplaatst, dat zij steeds elkaars spiegelbeeld ten opzichte van een vast vlak zijn. Is op beide eenmaal evenveel electriciteit gebracht, dan is een draad tusschen beide niet noodig (§ 9). Daar nu ook voor de beide geleiders evenveel warmte noodig zal zijn, bestaat voor elk de formule:

$$dQ = \tfrac{1}{2}EF'(T)\,dT + \tfrac{1}{2}A\,dT, \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

wanneer (12) voor den geheelen overbrenger geldt. En daar dit juist moet zijn, hoever de eene geleider ook van den anderen verwijderd is, moet het ook nog gelden, wanneer de afstand zoo groot is, dat de eene geenerlei invloed op den anderen uitoefent, dus ook wanneer een der geleiders geheel wordt weggenomen. Voor den enkelen conductor, dien wij overhouden, kunnen wij dan ook weer (13) door (12) vervangen, wanneer wij thans de lading van dezen eenen conductor door E en zijne warmtecapaciteit in niet geëlectriseerden toestand door A voorstellen.

Houdt men voorts in het oog, dat E in (12) positief of negatief kan zijn — gelijk ook $F'(T)$ — en dat voor eene eindige temperatuursverhooging de toe te voeren warmte:

$$Q = E[F(T_2) - F(T_1)] + \int_{T_1}^{T_2} A\,dT$$

wordt, dan verkrijgen wij het reeds in § 7 uitgesproken

resultaat met deze aanvulling, dat wij bij de verwarming den meetkundigen vorm van den conductor of van het stelsel conductoren door geschikte uitwendige krachten constant moeten houden en dat, wanneer de niet-electrische toestand met den electrischen vergeleken wordt in beide gevallen die vorm dezelfde moet zijn.

§ 21. Vat men het geëlectriseerd zijn als een *toestand* (van spanning of beweging) op van den geleider zelven, of van het omringende medium, dan heeft men zich voor te stellen, dat het bestaan van dien toestand op het warmteevenwicht van dezen geleider met andere lichamen van invloed is en daardoor de warmtecapaciteit van den geleider verandert. Neemt men twee electrische *stoffen* aan, dan kan men zich denken, dat deze een zekere massa hebben en aan de warmtebeweging in den geleider deelnemen (zoodat zij een zeker arbeidsvermogen van beweging bezitten), en wel zoo, dat de positieve electriciteit en de negatieve dat in ongelijke mate doen. Heeft dan een geleider een overmaat van de eene electriciteit, dan zal meer, heeft hij een overmaat van de andere, dan zal minder arbeidsvermogen noodig zijn, om hem eene zekere temperatuursverhooging te geven. En heeft voor twee metalen $F'(T)$ verschillende teekens, dan bewijst dit, dat in het eene de positieve, in het andere de negatieve electriciteit het meest aan de warmtebeweging deel neemt.

Ééne zaak verdient hierbij nog opgemerkt te worden. De electrische ladingen, waarvan bij ons onderzoek sprake was, bevinden zich op het oppervlak des geleiders en wanneer de afgeleide formules juist zijn, dan neemt dus de electriciteit evenzeer aan de warmtebeweging deel, hoe zij ook over het oppervlak verdeeld is, onverschillig dus, of zij aan een punt met groote dichtheid opeengehoopt is of zich aan een zwak gekromd deel van het oppervlak bevindt. Dit resultaat is intusschen geheel afhankelijk van de tweede onderstelling; het behoefde niet juist te zijn, wanneer in strijd met die onderstelling de wijze, waarop de electriciteit over een oppervlak verdeeld is bij verwarming eenige verandering kon ondergaan.

Noemt men *soortelijke warmte der (positieve) electriciteit* de hoeveelheid warmte noodig wegens de aanwezigheid van eene electrische lading $= 1$ per eenheid van temperatuursverhooging, dan is deze grootheid:

$$\sigma = F'(T) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

§ 22. De bovenstaande gevolgtrekkingen werden afgeleid uit de omstandigheid, dat ψ niet eene lineaire functie van de temperatuur zou zijn. Daar ook in de geleiddraden electromotorische krachten werken kunnen, kan men echter niet rechtstreeks, zonder tusschenkomst eener theorie, uit de electromotorische kracht in thermoelectrische ketens iets omtrent de waarde van ψ bij verschillende temperatuur afleiden. Wij zullen daarom thans liever de grootheid $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$ in verband beschouwen met de warmteontwikkeling van PELTIER.

Keeren wij tot de vergelijking (9 terug. De daardoor bepaalde hoeveelheid warmte werd wel is waar aan het reservoir R afgestaan, maar de vraag blijft nog of zij geheel aan de contactplaats van A en B is te voorschijn getreden, dan wel gedeeltelijk ook in de overbrengers G_a en G_b. Het eerste acht ik hoogst waarschijnlijk. Er is namelijk, na de voorafgaande beschouwingen, alle grond om aan te nemen, dat het arbeidsvermogen $EF(T)$ in de vergelijking (C) even goed als het gewone electrostatische arbeidsvermogen *aan de electriciteit* gebonden is. Even als nu het laatste arbeidsvermogen hetzelfde is zoolang de electriciteit nog in eene ruimte van dezelfde potentiaal blijft, eveneens is het eerste hetzelfde, zoolang zij nog *in hetzelfde metaal* blijft. Beide deelen van het arbeidsvermogen worden dus eerst aan de contactplaats zelve gewonnen of verloren, en *daar* moet eene aequivalente hoeveelheid warmte geabsorbeerd of ontwikkeld worden.

Zeer eenvoudig zou de zaak worden, wanneer wij mochten onderstellen, dat alleen uit de ongelijke aantrekking der metalen op de beide electriciteiten potentiaalverschillen voortspruiten, en wanneer wij in verband daarmede in de

energie $EF(T)$ in (C) slechts het arbeidsvermogen van plaats hadden te zien, dat de electriciteitshoeveelheid E, tegenover de aantrekking der metaalmoleculen bezit. Daar dan gelijk HELMHOLTZ aantoonde juist

$$\varphi_a - \varphi_b = \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a$$

zou zijn, zou de warmteontwikkeling van PELTIER verdwijnen, zooals ook CLAUSIUS *) bewees. Natuurlijk zal in werkelijkheid de zaak niet zoo eenvoudig zijn en is $EF(T)$ in (C) niet of niet alleen arbeidsvermogen van plaats.

§ 23. Wanneer wij de formule (9) als de uitdrukking voor de warmteontwikkeling van PELTIER beschouwen, zal de grootheid, die THOMSON met Π aanduidt (§ 3), de volgende waarde verkrijgen

$$\Pi = -\psi - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a + \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b \ldots\ldots \text{(D)}$$

Combineeren wij dit met (A), dan komt er

$$\left(\frac{\partial^2 U'}{\partial T \partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial^2 U'}{\partial T \partial E}\right)_b = -T\frac{d}{dT}\left(\frac{\Pi}{T}\right),$$

of, wanneer wij op (C) en (14) letten

$$\sigma_a - \sigma_b = \frac{\Pi}{T} - \frac{d\Pi}{dT}, \ldots\ldots\ldots \text{(E)}$$

wat geheel met het resultaat van THOMSON, langs zoo verschillenden weg verkregen, overeenstemt.

Wij kunnen uit (A) en (D) ook $\left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_a - \left(\frac{\partial U'}{\partial E}\right)_b$ elimineeren en verkrijgen dan

$$\frac{d\psi}{dT} = -\frac{\Pi}{T}.$$

*) *Mechanische Wärmtetheorie*, II. p. 174.

Wanneer wij nu onderstellen, dat in een keten alleen aan de contactplaatsen electromotorische krachten werken, verkrijgen wij hieruit voor de electromotorische kracht in een kring $[\psi(T_1) - \psi(T_2)]$ eveneens het resultaat van THOMSON (§ 3).

§ 24. De ontwikkelde theorie zou dus voor een keten van twee metalen tot geheel dezelfde wiskundige uitkomst voeren als de theoriën van THOMSON, CLAUSIUS en BUDDE, wanneer wij slechts mochten aannemen, dat bij de aanraking van ongelijk verwarmde deelen van eenzelfde metaal *geene potentiaalverschillen* optreden. Met zekerheid kunnen beschouwingen als de hier medegedeelde hieromtrent niets leeren, daar wij juist zulk eene aanraking zorgvuldig vermeden hebben. Ik kan slechts eene opmerking maken, die mij tegen het bestaan van de bedoelde potentiaalverschillen schijnt te pleiten (altijd in de onderstelling, dat de structuur slechts op de in § 10 aangegeven wijze eene temperatuurfunctie is).

Wanneer nl. bij de aanraking van een warm en een koud deel van een zelfde metaal eene electromotorische kracht optrad evenals bij de aanraking van twee verschillende metalen zou men mogen verwachten, dat het altijd een arbeid zou vereischen om eene hoeveelheid electriciteit van een koud naar een warm metaalstuk over te brengen, wanneer deze denzelfden potentiaal hebben, evenals het, wanneer een stuk zink en een stuk koper denzelfden potentiaal bezitten, een positieven arbeid kost om positieve electriciteit van het zink naar het koper te doen overgaan.

Wanneer wij nu echter langs omkeerbaren weg door den vroeger beschouwden drager electriciteit van een koud naar een warm metaal willen overbrengen kost ons dat geen mechanischen arbeid.

Stel wij hebben twee geleiders P_1 en P_2 van de temperaturen T en $T + dT$ met warmtereservoirs R_1 en R_2. Zij hebben zeer groote capaciteit, zoodat de potentialen onveranderd blijven; bovendien hebben die potentialen de zelfde waarde φ. Voorts hebben wij een overbrenger G met eene gasmassa als in vroegere §§. Om nu eene oneindig kleine hoeveelheid electriciteit e van P_1 naar P_2 te

brengen, nemen wij den overbrenger eerst in den toestand, die door:

$$T,\ v,\ \varphi,\ E$$

bepaald is, brengen hem in gemeenschap met P_1 en vergrooten de capaciteit zoo, dat eene hoeveelheid e op G overgaat. Die vergrooting is:

$$d\,C = \frac{e}{\varphi}\ .$$

en vereischt een arbeid:

$$-\tfrac{1}{2}\varphi^2\,d\,C = -\tfrac{1}{2}\,e\varphi \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

Na den overbrenger van P_1 gescheiden te hebben moeten wij de temperatuur met $d\,T$ doen stijgen door de gasmassa adiabatisch samen te drukken. Dit vereischt eene zekere volumeverandering $d\,v$. Vervolgens brengen wij G in gemeenschap met P_2, en drijven door eene capaciteitsvermindering van G de hoeveelheid electriciteit e van G op P_2 over. Dit vereischt een arbeid:

$$+\tfrac{1}{2}\,e\varphi,$$

die (15) juist opheft. Eindelijk hebben wij nog twee volumeveranderingen aan te brengen, om den drager weer in den oorspronkelijken toestand te verkrijgen, nl. eene eerste samendrukking adiabatisch, eene tweede na den overbrenger met P_1 en R_1 in gemeenschap gebracht te hebben. Laat deze volume-veranderingen $d'\,v$ en $d''\,v$ heeten, dan is:

$$d\,v + d'\,v + d''\,v = 0\,.$$

Bij de berekening van den arbeid, die bij deze volumeveranderingen door den op het gas werkenden druk p verricht wordt, houden wij in het oog, dat $d\,v$, $d'\,v$, $d''\,v$ van de orde $d\,T$ ($d''\,v$ zelfs van de orde $e\,d\,T$) zijn. Wij mogen dus, daar termen van de orde $(d\,T)^2$ weggelaten kunnen worden, in p grootheden van de orde $d\,T$ en $d\,v$ weglaten. Dat wil echter zeggen, dat wij den druk als constant mogen beschouwen, daar hij toch *alleen* door de veranderingen in temperatuur en volume kan varieeren. (Derde onderstelling). De arbeid is dus $p(d\,v + d'\,v + d''\,v)$, derhalve ook $= 0$, waarmede het gestelde bewezen is.

§ 25. Bovendien verdient het opmerking, dat reeds *zonder* dat men potentiaalverschillen tusschen ongelijk warme deelen van een geleiddraad aanneemt, de proeven van THOMSON over de convectie der warmte door de electriciteit verklaard kunnen worden. Wanneer toch de bedoelde verschillen *niet* bestaan dan zal voor een element van den geleiddraad, waarvan de uiteinden de temperaturen $T + dT$ en T hebben, wanneer daar eene hoeveelheid electriciteit $= 1$ van het eerste uiteinde naar het tweede doorstroomt, de overmaat van het arbeidsvermogen der intredende boven dat der uittredende electriciteit gegeven worden door:

$$w = F(T + dT) - F(T),$$

— vergelijk (C) —, of volgens (14) door:

$$w = \sigma\, dT \ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

Eene aequivalente hoeveelheid warmte wordt dan in het element ontwikkeld juist zooals in de theorie van THOMSON. (Wij hebben hierbij afgezien van de potentiaalverschillen, noodig om den stroom te onderhouden en waarvan de beschouwing tot de warmteontwikkeling evenredig aan het vierkant der stroomsterkte zou voeren). Bestonden tusschen warme en koude deelen van een metaaldraad potentiaalverschillen, dan zou een daarvan afhankelijke term aan (16) moeten toegevoegd worden.

Derhalve, wanneer de metingen van de warmteontwikkeling door den stroom aan de contactplaatsen en van de convectie der warmte door de electriciteit tot eene numerieke bevestiging der betrekkingen (E) en (16) leidden zou experimenteel bewezen zijn, dat geene potentiaalverschillen tusschen ongelijk verhitte deelen van een geleider bestaan. Wanneer zoowel de toepassing van de tweede wet der mechanische warmtetheorie, die THOMSON, als die welke ik maakte, juist is, is een theoretisch bewijs geleverd.

Dat de theorie van CLAUSIUS toch, ofschoon daarin wel electromotorische krachten worden aangenomen tusschen de deelen van een zelfde metaal, tot dezelfde uitkomsten als de bovenstaande voert, wat betreft het verband tusschen de

warmteontwikkeling van PELTIER en de electromotorische kracht in een keten, is daarin gelegen, dat ook aangaande de potentiaalverschillen aan de contactplaatsen de twee theoriën niet overeenstemmen. CLAUSIUS stelt deze evenredig met de warmteontwikkeling van PELTIER; volgens de formule (9) zou die evenredigheid niet bestaan.

§ 26. Ik wensch ten slotte nog op te merken, hoe men het resultaat van § 21 moet wijzigen, wanneer men de conditie wil opheffen, dat bij de verwarming van den conductor de meetkundige vorm onveranderd gehouden moet worden. Men kan zich namelijk denken, dat allerlei grootheden, die dezen vorm bepalen, en die wij tot nog toe als standvastig beschouwden, als veranderlijken worden ingevoerd. Nog steeds moeten uitwendige krachten werken op elk oogenblik zoo groot als noodig is om deze grootheden eene bepaalde waarde te doen behouden, maar wij kunnen thans ook omkeerbare veranderingen invoeren, waarbij wijzigingen van den vorm optreden.

Laat α, β, γ ... de bedoelde grootheden zijn, zoo gekozen, dat bij hunne verandering de capaciteit niet varieert. Laat voorts bij eene oneindig kleine aangroeiing dier grootheden de uitwendige krachten een arbeid:

$$L\,d\alpha + M\,d\beta + N\,d\gamma + \ldots .$$

verrichten, terwijl het arbeidsvermogen van het stelsel door de bedoelde veranderingen met:

$$\frac{\partial U}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial U}{\partial \beta} d\beta + \frac{\partial U}{\partial \gamma} d\gamma + \ldots .$$

toeneemt. Daar de vergelijking (12) nog steeds de toe te voeren hoeveelheid warmte voorstelt voor het geval, dat α, β, γ .... niet veranderen, zal thans:

$$dQ = EF'(T)\,dT + A\,dT - L\,d\alpha - M\,d\beta - N\,d\gamma - \ldots .$$

$$+ \frac{\partial U}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{dU}{\partial \beta} \partial\beta + \frac{\partial U}{\partial \gamma} d\gamma + \ldots .$$

zijn.

Laat deze vergelijking betrekking hebben op het geval,

dat de conductor met positieve electriciteit geladen is en vergelijken wij daarmede het geval, dat hij met eene gelijke hoeveelheid negatieve electriciteit is voorzien en dan dezelfde temperatuursverhooging en ook dezelfde vormverandering ondergaat. De grootheid A blijft dan onveranderd, daar zij niet van E afhangt. Ook de grootheden $L, M, N, \ldots$ behouden dezelfde waarde en hetzelfde teeken, want, voor zoover wij weten, zijn de krachten noodig om den conductor in een bepaalden vorm te houden, dezelfde wanneer hij in 't eene geval met positieve, in het andere met evenveel negatieve electriciteit geladen is; voor zoover die krachten van E afhangen, zijn zij evenredig met E^2. Eindelijk is ook het deel van het arbeidsvermogen, dat van $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ afhangt, voor zoover wij weten, in de beide genoemde gevallen hetzelfde; dit is b. v. zeker het geval voor het arbeidsvermogen, dat in de bij vormveranderingen in 't spel komende elastische krachten zijn oorsprong heeft. Wanneer wij nu mogen aannemen, dat werkelijk $\frac{\partial U}{\partial \alpha}, \frac{\partial U}{\partial \beta}, \frac{\partial U}{\partial \gamma}, \ldots$ voor de ladingen $+E$ en $-E$ dezelfde waarden hebben, dan is het verschil van de waarden, die dQ voor deze ladingen verkrijgt,

$$2EF'(T)dT,$$

zoodat een conductor met eene lading $+E$ en een daaraan gelijke conductor met eene lading $-E$ voor eene bepaalde temperatuursverhooging, die onder geheel gelijke omstandigheden geschiedt, ongelijke hoeveelheden warmte vereischen.

Natuurlijk is een bijzonder geval dit, dat men slechts toestanden van den conductor beschouwt, waarin geene uitwendige krachten noodig zijn, dat men dus steeds de uitzetting door de warmte en de vormverandering door de electrische krachten vrij laat plaats hebben.

KWEL EN VERDAMPING IN DEN HAARLEMMERMEERPOLDER,

DOOR

G. VAN DIESEN.

Bij het onderzoek van de mate van doorsypeling van water door zand, kwam vooral de doorkwelling in den Haarlemmermeerpolder in aanmerking, wegens de overeenkomst van dezen polder, door zijne diepe ligging binnen het omringende water, met den ontworpen Zuiderzeepolder. Bij weinige polders was bovendien zoo veelvuldig als bij dezen de aandacht op de hoeveelheid kwelwater gevestigd, die er volgens berekening en waarneming in doordrong.

Ongelukkigerwijs kon uit de bekend gemaakte berekeningen geen afdoend besluit omtrent de hoeveelheid kwelwater worden getrokken. De berekeningen leverden uitkomsten, die te veel uiteen liepen, verschillende van 20000 M^3, uit hetgeen men dagelijks kan zien aan de Spaarnetocht, tot bijna 340000 M^3 per etmaal, berekend door den vorigen hoofdopzichter, wijlen den Heer VAN EGMOND.

Hoe nauwkeurig men ook getracht had de cijfers van uitmaling, inlating, regen, verdamping met de rijzing of daling van den waterspiegel in den polder te vergelijken; bevredigende uitkomsten werden, zelfs onder schijnbaar gelijke omstandigheden, niet verkregen.

STIELTJES, die, in twee mededeelingen uit verschillende tijdperken, berekeningen omtrent den invloed van gevallen regen en van uitdamping op den boezemstand bekend maakte, stuitte telkens op een overschot of op een te kort, dat hij dan toeschreef aan opslorping of toezakking, (zie *Versl. en Meded.*, deel VII, blz. 336 en deel VIII, blz. 309).

Was er, zooals mij nader bleek, een bron van fouten in de beschouwing van slechts korte tijdperken, hoogstens van enkele weken; door den Heer ORTT werd die klip ontzeild door de groote greep, die hij deed in de voor hem blootgelegde gegevens van bemaling, enz., waaraan wij de verhandeling over Kwel en Verdamping (Deel XIII, blz. 1) te danken hebben. Hij paste zijne berekening toe op twee tijdperken, ieder van ongeveer zes jaar.

Niettemin stuitte ook hij op een niet bevredigende uitkomst, en ondervond hij de moeijelijkheid van een goede waarde op te sporen voor den coëfficiënt n, dien hij tot correctie van de waargenomen verdamping in zijne formule had ingevoerd.

Bij de stappen, die ik deed in het voetspoor van de reeds door anderen gedane berekeningen om een aannemelijk cijfer voor de kwel te verkrijgen, ondervond ik aanhoudend dezelfde teleurstelling. Hoe groot ook het getal werd der becijferingen, waartoe ik werd verleid door toestanden van den polder of van weersgesteldheid, die door groote regelmatigheid of door het ontbreken van storende invloeden een gewenschte uitkomst beloofden, des te grooter werd het aantal uiteenloopende antwoorden. Het groote getal mislukte becijferingen bracht mij evenwel op het spoor van wijzigingen, die moesten worden ingevoerd in de onderstellingen, waarvan bij de berekeningen was uitgegaan.

In de eerste plaats, de voornaamste, bleek mij dat inderdaad de hoeveelheid der verdamping niet kon worden verkregen door vermenigvuldiging van de bij water waargenomen hoogte van verdamping, met de geheele oppervlakte van den polder en dat dus wel degelijk in dat product eene wijziging moest worden aangebracht zooals de Heer ORTT met zijn coëfficiënt n beoogde. De groote verscheidenheid,

die zich telkens in den toestand voordeed, maakte het blijkbaar onmogelijk daarvoor een vast cijfer te vinden.

De wijziging behoefde ook niet te worden aangebracht in het hoogte-cijfer der verdamping, maar, bleek mij, gezocht te moeten worden in de oppervlakte.

Het toepassen van het waargenomen hoogte-cijfer der verdamping op de geheele oppervlakte van den polder kon, zonder fout te maken, alleen geschieden zoolang de waterspiegel, tijdens de droogmaking, nog verheven was boven de hoogste terreinen.

Na de droogmaking moet rekening gehouden worden met de verkleining, die de waterspiegel heeft ondergaan door hare beperking binnen de ruimte, die in den bodem aanwezig is. Die beperking heeft plaats, wanneer de waterspiegel zooveel gedaald is, dat door het opstijgend vermogen of de capillariteit, het water de oppervlakte van den bodem niet meer kan bereiken. De opstijging is verschillend naar gelang van de grondsoort, waarin zij plaats vindt.

In de verhandeling over de Verdamping van water, van Dr. J. E. Enklaar, wordt op blz. 42 de onderstaande door hem waargenomen hoogte van opstijging in Centimeters opgegeven.

Zandgrond Oranjewoud.	Zwarte tuingrond.	Veenachtige zandgrond.	Fijne grijze leem.	Grove donkere leem.	Humusrijke klei.	Bruine knipklei.	Wit uitgegloeid zand.
Na 24 uren:							
6.5	32.5	18	43.5	32	19.5	7	28.5
Na 4 × 24 uren:							
9	45	24.5	70	44	26.5	11	30

Het gemiddelde van deze cijfers, dat, aannemende dat die verschillende grondsoorten gelijkelijk verspreid in den Haar-

lemmermeerpolder voorkwamen, zou mogen worden in rekening gebracht, bedraagt voor:

		24	uren	23.4	cM.	of 1	cM.	per uur
4	×	24	»	32	»	» 0.3	»	» »

Bij een stand van den waterspiegel op 0.32 M. of minder beneden de oppervlakte van het land, kan dus nog worden aangenomen, dat die oppervlakte dras staat en dat dus over hare geheele uitgestrektheid verdamping plaats vindt.

Bij daling van den waterspiegel in den bodem tot eene diepte, die te groot is voor water om de oppervlakte te bereiken onder de werking van de capillariteit, mag geen grootere oppervlakte voor verdamping worden in rekening gebracht dan die het water inneemt. Die oppervlakte is de ruimte, die tusschen de gronddeeltjes aanwezig is. Deze ruimte bedraagt blijkens berekening en blijkens door verschillende personen gedane, weinig uiteenloopende, waarnemingen, die bij een andere gelegenheid het onderwerp eener mededeeling zullen uitmaken, ongeveer 33 pCt. of $^1/_3$ van het volumen van zandgrond, welk cijfer ook zeer weinig afwijkt van het gemiddelde voor de bovengenoemde grondsoorten, door ENKLAAR onderzocht, volgens de mededeeling op blz. 30 van zijne Verhandeling.

Volgens deze beschouwing moet dus de hoogte der verdamping, die, volgens waarneming, van een waterspiegel plaats heeft, indien er geen regen valt, met niet meer dan ongeveer $^1/_3$ der uitgestrektheid van den grond worden vermenigvuldigd om het waterverlies te bepalen, dat uit dezen plaats vindt, wanneer de grondlaag aan de oppervlakte droog is.

Deze gevolgtrekking is schijnbaar is strijd met waarnemingen van verdamping, die gewoonlijk van grond grooter verlies aangeven dan $^1/_3$ van dat van water; doch laat zich verdedigen. Bij de toestellen, die men voor de waarneming bezigt, wordt niet weergegeven de toestand van een grondlaag, waarin het water zoo diep is weggezakt, dat de oppervlakte geheel is opgedroogd. Daartoe zijn de bakken

niet diep genoeg, en worden zij te veel kunstmatig gedrenkt. Wilde men nagaan hoe groot in werkelijkheid de verdamping is, die uit den grond van den polder plaats vindt, dan zou men, zooals door Dr. Buys Ballot werd aanbevolen op blz. 38 van de *Versl. en Meded.* van 1879, de inrichting meer met de werkelijkheid moeten doen overeenstemmen dan over het algemeen geschiedt. Men zou den verdampingsmeter moeten doen reiken tot beneden de diepte van den laagsten polderwaterstand *). De bovenkant zou met de oppervlakte van het maaiveld op gelijke hoogte moeten worden gehouden. Dan zou men zeker nader bij de waarheid komen dan men doet door raadpleging van waarnemingen met toestellen, die de verdamping uit vochtig gehouden grond, en wellicht eene des te grootere verdamping aangeven, naarmate de bak minder diep is.

Hetzelfde is toepasselijk op waarneming van verdamping van begroeiden grond.

Ook bij dezen zal de verdamping eene geheel andere blijken te zijn, wanneer men het regenwater toelaat door te zakken, zooals in de natuur plaats heeft, tot op de diepte van den polderwaterstand.

De jongste waterpassing van den Haarlemmermeerpolder, verricht in het voorjaar van 1884, waarvan de uitkomst welwillend aan mij werd verstrekt door den Hoofdopzichter van den polder, den Heer A. Elink Sterk, heeft geleerd, dat de bodem voor het grootste gedeelte gelegen is van 4.00 M. tot 4.50 M. beneden A. P.; gedeelten heeft van

---

*) Ten einde bij de waarneming van de hoeveelheid der verdamping vrij te zijn van den invloed van hetgeen in den polder is gekomen, door kwel en inlating, en van hetgeen er buiten is gebracht door uitmaling, zou men den grondbak, van onderen van gaatjes voorzien, maar ingericht zoodat er geen grond verloren ga, moeten plaatsen in een tweeden bak, die geheel afgesloten was van het polderwater. In dezen tweeden bak zou door bijgieting of uitneming de waterspiegel op eene constante hoogte moeten gehouden worden, b. v. overeenstemmende met den gemiddelden stand van den boezem. Door zeer nauwkeurige bepaling van de daartoe uitgenomen en bijgevoegde hoeveelheden zou de weging van den binnenbak kunnen worden nagelaten.

— 4.65 en ook van — 3.00 en hooger, en een gemiddelde hoogte heeft van — 4.13 *).

De staat van de bemalingswerktuigen en van de waterberging is tegenwoordig zoo gunstig, dat het houden van den waterspiegel in de tochtslooten en vaarten beneden het peil van — 5.00 M. eene gewone zaak is geworden, en de gemiddelde waterstand zou kunnen gesteld worden op 5.13 M. of ongeveer 1 M. beneden de gemiddelde hoogte van de oppervlakte van den bodem.

Neemt men nu voor de oppervlakte van verdamping de som van die der vaarten, tochten en slooten, opgeteld bij een derde van de aardoppervlakte, dan moet ook nog rekening gehouden worden met den hoogtestand van den waterspiegel. Bij verhooging van dezen wordt de oppervlakte van den waterspiegel in de vaarten enz. grooter en die in den grond kleiner.

De hoofdopzichter van den Haarlemmermeerpolder heeft in

---

*) Dit cijfer werd op onderstaande wijze berekend:

Aantal Hectaren.	Hoogte ben. A. P.	Product.
1	1.75	1.75
1	1.95	1.95
4	2.15	8.60
4	2.25	9.00
8	2.35	18.80
7	2.45	17.15
15	2.55	38.25
18	2.65	47.70
18	2.75	49.50
22	2.85	62.70
41	2.95	120.95
46	3.05	140.30
58	3.15	182.70
88	3.25	286.00
133	3.35	445.55
183	3.45	631.35
202	3.55	717.10
384	3.65	1401.60
475	3.75	1781.25
683	3.85	2659.55
Overbr. 2391		8621.75

Overgebr.

Aantal H. A.	Hoogte ben. A. P.	Product.
2391		8621.75
1168	3.95	4613.60
2080	4.05	8424.00
3369	4.15	13981.35
3500	4.25	14875.00
2589	4.35	11292.15
1353	4.45	6020.85
426	4.55	1938.30
66	4.65	306.90
1	4.75	4.75
16943		70078.65

Dus gemiddelde hoogte $\frac{70078.65}{16943} = 4.13$

zijne memorie van 13 November 1874 nauwgezet nagegaan hoe groot de oppervlakte moet zijn van den boezem bij verschillende waterstanden. Uit de blauwe lijn, daarvoor in zijne grafische voorstellen aangegeven, heb ik de onderstaande cijfers getrokken en voorts de in rekening te brengen totale oppervlakte berekend.

Waterstand beneden A. P.	Grootte van den boezem in H. A.	Oppervlak van den polder verminderd met de grootte van den boezem in H. A.	Een derde van nevenstaand land oppervlak in H. A.	Totaal verdampings-oppervlak in H. H.
4.65	920	17180	5726	6646
4.70	855	17245	5748	6603
4.75	790	17310	5770	6560
4.80	730	17370	5790	6520
4.85	670	17430	5810	6480
4.90	610	17490	5830	6440
4.95	550	17550	5850	6400
5.00	505	17595	5865	6370
5.05	455	17645	5881	6336
5.10	420	17680	5893	6313
5.15	380	17720	5906	6386
5.20	346	17754	5918	6264

Ofschoon de oppervlakte van verdamping volgens bovenstaande berekening eer als te groot dan als te klein zou kunnen worden beschouwd, omdat op den duur de ruimte tusschen de gronddeeltjes o. a. door inklinking eer zal verkleind dan vergroot worden, zal door het aanhouden van bovenstaande cijfers, zoolang geene betere bekend zijn, geen groote fout worden gemaakt bij de berekening der verdamping uit den bodem wiens oppervlakte droog is. Valt er echter regen, dan moet de verdamping over grootere oppervlakte worden in rekening gebracht. De grond is dan

gedurende eenigen tijd dras en is over zijn volle uitgestrektheid bevochtigd. Van het geheele oppervlak heeft dan verdamping plaats zoowel gedurende den regen als een tijd daarna. Gedurende den regen, omdat, volgens de waarnemingen, waarvan MILLER melding maakt op bl. 9 van zijn *Prize Essay on Evaporation*, soms meer water van een oppervlak kan verdampen dan bij zonneschijn. Hiermede komen geheel overeen de uitkomsten der waarnemingen van SCHULZE, die ook bevond dat van vochtigen grond zelfs meer water verdampte dan van een wateroppervlak (Weekblad Haarlemmermeer 12 Oct. 1860). Aan den Helder is, waarschijnlijk ten gevolge van de inrichting van den toestel, van 1862—1866 grootere verdamping van grond dan van water waargenomen *).

Ook nog eenigen tijd na den regen kan, terwijl een deel van het water in den grond wegzakt, een ander deel opgehouden blijven door capillariteit, en over een groot oppervlak aan verdamping blootstaan.

Wil men rekening houden met de aanzienlijker verdamping, die ontegenzeggelijk moet plaats vinden, wanneer de oppervlakte van het land door regen gedrenkt is, dan moet dus een deel der hoogte van verdamping met de totale oppervlakte van het land vermenigvuldigd worden. Welk deel van de hoogte van verdamping daarvoor moet worden genomen, is moeijelijk met nauwkeurigheid te bepalen. Van zelve wijst zich echter de hoogte van den gevallen regen aan als faktor bij de berekening.

Valt er op zeer droog land regen in kleine hoeveelheid, dan zal, vooral in den zomer, alles aan de oppervlakte verdampen; valt er veel, dan zal een gedeelte wegzakken en dus over kleinere oppervlakte verdampen.

---

*) In het rapport van 1868 van de H.H. J. F. W. CONRAD, L. A. REUVENS en T. J. STIELTJES, getiteld: Het verzekeren van een vasten boezemstand van Rijnland, wordt op bl. 46 uitgegaan van een *gemiddelde* verdamping, van 1862—1866 aan den Helder, bedragende per jaar

van aarde 928.8 streep
" water 579.4 "

Is het land van vroegere regens of hoogen boezemstand nog vochtig of gedrenkt, dan zal ook van veel regen een groot deel verdampen.

Hoogstwaarschijnlijk zal dus van de schijf water, die door regen op het land gebracht wordt, inzonderheid des zomers, wanneer bovendien veel vocht op de bladen en het gras blijft hangen, eene aanzienlijke hoeveelheid in damp verdwijnen, vóórdat het overige gedeelte in den grond zakt, waaruit het dan slechts over $^1/_3$ gedeelte van de oppervlakte kan gerekend worden in damp over te gaan.

Bij overweging, dat somtijds de geheele hoeveelheid en dat altijd een deel van den gevallen regen van de oppervlakte zal verdampen, kwam ik voorloopig reeds tot het besluit, dat, over een groot tijdperk verdeeld, meer dan de helft van den gevallen regen van de oppervlakte van het land zal verdwijnen.

Met aanhouding zooveel mogelijk van de letters uit de formule van den Heer Ortt en onder inachtneming van het bovenstaande, is de hoeveelheid van verdamping en van doorsijpeling op de volgende wijze door mij berekend.

Noemende:

W de oppervlakte van den boezem in M^2
L » » » het land » M^2

dus $0 = W + L$,

r de hoogte van den gevallen regen in M.
u » » » de verdamping, waargenomen van een waterspiegel in M.
R de hoeveelheid gevallen regen in M^3,
U » » verdampt water » M^3,
p » » uitgemalen » » M^3,
i » » ingelaten » » M^3,
d het aantal dagen van het tijdperk,
K de gemiddelde kwel per etmaal in M^3;
x het gedeelte dat van den regen van de geheele oppervlakte verdampt; dan heeft men voor de berekening van U:

Verdampt van de oppervlakte van het land $x\,r\,L$
» uit de diepte van den grond $(u-x\,r)^{1}/_{3}\,L$
» van de oppervlakte van den boezem $u\,W$.

dus te zamen $U = {}^{1}/_{3}\,u\,L + u\,W + {}^{2}/_{3}\,x\,r\,L.$

of $U = u\,(W + {}^{1}/_{3}\,L) + {}^{2}/_{3}\,x\,r\,L.$

en voor de berekening:

van $R \ldots\ldots\ldots\ldots R = \quad r\,W + r\,L$

of $U - R = u\,(W + {}^{1}/_{3}\,L) - r\,(W + L) + {}^{2}/_{3}\,x\,r\,L$

en $$K = \frac{U - R + p - i}{d}.$$

Voor de toepassing der berekening op de twee tijdperken, waarvan de Heer Ortt de gegevens verzameld heeft, verkrijgen de letters de volgende waarden.

1ste Tijdperk; 20 April 1861 tot 4 Mei 1867 of 2205 d; gemiddelde boezemstand — 4.83 M.

$W =$ 6.940.000 M²
$L =$ 174.060.000 »
$O =$ 181.000.000 »
$r =$ 4.3461575 M. of 0.00197 M. per etmaal
$u =$ 4.9992125 » » 0.00226 » » »
$p =$ $\left\{\begin{matrix} 24374133 \times 4.6 \\ 27038281 \times 6.4 \\ 30551023 \times 6.4 \end{matrix}\right\}$ of 480692557 M³
$i =$ 22830516 M³
$d =$ 2205.

2de Tijdperk; van 26 Mei 1867 tot 26 Mei 1873 of 2192 d; gemiddelde boezemstand — 49.5 M.

$W_1 =$ 5.500.000 M.
$L_1 =$ 175.500.000 »
$O_1 =$ 181.000.000 »
$r_1 =$ 4.9720375 M. of 0.00227 M. per etmaal
$u_1 =$ 4.8404 » » 0.00220 » » »

$$p_1 = \left\{\begin{array}{l} 24485961 \times 4.6 \\ 32783061 \times 6.4 \\ 35591072 \times 6.4 \end{array}\right\} \text{ of } 550.229.871 \text{ M}^3$$

$$i_1 = 19.318.723 \text{ M}^3$$

$$d_1 = 2192.$$

De verandering, gebracht in de waarden van p en p_1, is een gevolg van de opmerking, die mij door den Heer ELINK STERK werd medegedeeld, dat, naar zijn bevinding, bij een normalen toestand der pompen en eene normale snelheid van 6 slagen per minuut, moet gerekend worden voor opbrengst per pomp en per slag:

van den Leegwater 4.6 M³
» » Cruquius 6.4 »
» » Lijnden 6.4 »

Met deze en de overigens onveranderd overgenomen cijfers verkreeg ik voor het 1ste Tijdvak:

$$k = 228710\,x - 1831, \ldots\ldots\ldots (1)$$

en voor het 2de Tijdvak:

$$k_1 = 265388\,x - 27040 \ldots\ldots\ldots (2)$$

De uitkomsten der beide tijdvakken mogen niet veel van elkander verschillen, omdat verdamping, regenval en overige omstandigheden, niet veel uiteenliepen.

Ook de Heer ORTT stelde tot eisch, dat de doorsypeling van het eerste tijdvak die van het tweede niet overtrof, o. a. omdat de drukhoogte in het eerste tijdvak kleiner was dan die in het tweede.

Ten einde uit de twee vergelijkingen k, en k_1 de x te kunnen oplossen heb ik de verhouding ingevoerd, die tusschen k en k_1 bestond door het verschil in drukhoogte. Volgens eene der eigenschappen van de doorsypeling van water door zand, die bij eene andere gelegenheid zal worden medegedeeld als uitkomst van het gedane onderzoek, mag men aannemen dat de hoeveelheden tot elkander in

rechte reden staan als de drukhoogten. De Heer Oudt heeft bevonden dat de drukhoogte, namelijk het verschil tusschen de hoogten van den waterstand van den boezem van Rijnland en van den polder, bedroeg in het 1ste tijdvak 4.282 M. en in het tweede 4.436 M. Men heeft dus $k : k_1 = 4.282 : 4.436$ of:

$$k_1 = \frac{4.436}{4.282} k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

De vergelijkingen 1 en 2 leveren met invoering van die verhouding de volgende waarden:

$$k = 200353 \text{ M}^3$$
$$k_1 = 207560 \text{ M}^3 \text{ en}$$
$$x = 0.8844.$$

Wegens de grootte der tijdperken en de gelijkheid der omstandigheden, is bij bovenstaande berekening ondersteld, dat de coëfficiënt x in beide vergelijkingen dezelfde gemiddelde waarde mocht hebben.

Blijkbaar moet anders die waarde veranderen met de omstandigheden, die, bij het vallen van regen, kunnen teweeg brengen dat deze òf langer aan de oppervlakte blijft òf sneller wegzakt.

Dit is ook aan den dag gekomen bij toepassing der berekening op het tijdperk van 10 April 1883 tot 1 Mei 1884, groot 386 dagen, met een gemiddelden boezemstand van — 5.17 M.

Daarbij zijn:

$$W'' = 3.660.000 \text{ M}^2$$
$$L'' = 177.340.000 \text{ »}$$
$$O'' = 181.000.000 \text{ »}$$
$$r'' = 0.8097 \text{ M. of } 0.0021 \text{ per etmaal}$$
$$U'' = 0.812 \text{ » » } 0.0021 \text{ » »}$$
$$p'' = \left\{\begin{matrix} 6748722 \times 4.6 \\ 4922953 \times 6.4 \\ 4300989 \times 6.4 \end{matrix}\right\} \text{ of } 90077350 \text{ M}^3$$
$$i'' = 2712000$$
$$d'' = 386$$

De verkregen vergelijking was:

$$k_{II} = 247994\, x_{II} - 21320 \ldots\ldots\ldots (4)$$

Ter oplossing van x_{II} is voor k_{II} genomen het bedrag der doorsypeling, berekend uit het gemiddelde der waarde van k en k_1, zijnde 203951 vergroot in verhouding van het gemiddelde der drukhoogten 4.282 en 4.436 of 4.359 tot de gemiddelde drukhoogte gedurende het nu beschouwde tijdvak. Daar de gemiddelde boezemstand van Rijnland toen 0.64 heeft bedragen, volgens de waarnemingen aan de drie werktuigen van den Haarlemmermeerpolder, zoo was de gemiddelde drukhoogte $5.17 - 0.64 = 4.53$ en dus $k_{II} = 211957$ en door substitutie van deze waarde in vergelijking (4) $x_{II} = 0.9406$.

Daar in de laatste jaren ook door hevels over den dijk en door drie duikers tijdens droogte water op hoog gelegen land van den polder wordt gebracht, mag worden aangenomen, dat de zooeven genoemde waarde van x iets geringer dan 0.9406 zou zijn bevonden, indien bij de hoeveelheid ingelaten water ook de zooeven bedoelde, die echter niet bekend is, was gevoegd geworden.

Door Jhr. Mr. Gevers van Endegeest is op blz. 70 van het Tweede gedeelte van zijn werk: *Over de droogmaking van het Haarlemmermeer*, eene berekening ingesteld van de hoeveelheid kwelwater, waarmede gedurende den tijd van uitmaling van de plas, van 1 April 1849 tot 1 Juli 1852, dus 3 jaar en 3 maanden, de arbeid bezwaard werd.

De berekening is eenigzins anders dan de bovenstaande, doordat in rekening moest worden gebracht de daling van den waterspiegel.

De uitkomst, door den Heer Gevers verkregen, moet worden verminderd tengevolge van een paar wijzigingen, die behooren te worden gebracht in zijne becijfering.

In de eerste plaats moet voor den stand op 1 Juli 1852 niet — 4.00 maar — 3.90 worden aangenomen, blijkens Bijlage 8 van het werk.

Bij den aanvang stond het water — 0.79. De daling bedroeg dus $3.90 - 0.79 = 3.11$ en niet 3.21 M.

Voorts dient in aanmerking te worden genomen, dat 1 Juli 1852 reeds een gedeelte van den bodem boven water was gekomen.

Voor de berekening van de hoeveelheid, waarmede door die omstandigheid de waterschijf op het laatst van de periode verkleind is, kan de tabel der hoogte van de gronden dienen, die op blz. 15 van het *Weekblad van Haarlemmermeer* van 1860 is opgenomen.

Daarbij heb ik voor het hoogste punt van den grond genomen de hoogte van — 1.75 M., ontleend aan de uitkomst der in 1882—1884 door den Heer ELINK STERK gedane waterpassing.

Hoogte betrekkelijk A. P.	Dikte van de waterschijf	Oppervlakte van den bodem	Oppervlakte van den waterspiegel		Een derde d. gem. oppervl. v. d. bodem	Totale oppervlakte	Inhoud van de waterschijf
			boven en onder	gemiddeld			
M.	M.	H. A.	H. A.	H. A.	H. A.	H. A.	M³.
— 0.79		0	18100				
	0.96			18100	0	18100	173.760.000
— 1.75		0	18100				
	1.75			17083	644	17727	310.222.500
— 3.50		1934	16066				
	0.30			15267	927	16194	48.582.000
— 3.80		3632	14468				
	0.10			14120	1326	15446	15.446.000
— 3.90		4327	13773				
					Te zamen		548.310.500 M³.

Volgens opgaaf van den Heer GEVERS deed de:

Leeghwater	met	11	pompen	4564965	slagen
Lijnden	»	8	»	4340854	»
Cruquius	»	8	»	5098213	»

Evenals bij de drie vorige berekeningen aannemende voor de uitmaling per slag en per pomp voor den Leeghwater 4.6 en voor Lijnden en Cruquius ieder 6.4 M³, verkrijgt men voor de hoeveelheid opgebracht door de:

Leeghwater	4.564.965 × 4.6 × 11...	230.900.000 M³
Lijnden en Cruquius	9.439.965 × 6.4 × 8...	483.200.000 »
	Te zamen	714.100.000 M³

De hoeveelheid regen overtrof die der verdamping met:

0.0202 M. × 18100 H. A.	3.656.200 M³
Dus moest verdwijnen	710.443.800 M³
Werkelijk is slechts verdwenen	548.010.500 »
Dus is te weinig verdwenen	162.433.300 M³

in 1187 dagen, veroorzaakt door de doorsypeling of kwel, die derhalve heeft bedragen per etmaal 136.800 M³.

Dat dit cijfer, kleiner dan dat van den Heer Gevers van Endegeest, niet in verhouding van het verschil in drukhoogte beneden die van de drie vorige berekeningen blijft, mag tot de gevolgtrekking leiden, dat een belangrijke invloed is uitgeoefend door de aanvankelijke mindere dichtheid en zamenpakking van den dijk. In verhouding tot het verschil in drukhoogte had namelijk niet meer mogen doorsypelen dan $\frac{2.14}{4.359} \times 203.951$ of 100.125 M³.

Evenmin als bij de beide perioden van 6 jaar, is bij de eenjarige van 1883 op 1884 de waterstand, die trouwens bij het begin en het einde der periode vrij wel overeenstemde in den polder, in rekening gebracht, wegens de groote onzekerheid omtrent de hoogte, die voor den doorloopenden waterspiegel mag worden aangenomen.

De veelvuldige berekeningen, op kleine tijdvakken toegepast, hebben namelijk geleerd, dat het ten eenenmale onraadzaam is rekening te houden met den door de peilschalen aangegeven waterstand in den boezem. Die waterstand stelt in de meeste gevallen niet de hoogte voor van een waterspiegel, die ook in den grond van den geheelen polder doorloopt.

De waterspiegel in den boezem is ongetwijfeld meestal hooger of lager dan die in den grond.

Hooger wanneer er water is ingelaten.

Lager wanneer er water is uitgemalen of wanneer ge-

vallen regens uit den grond nog niet geheel zijn nagezakt, of wanneer beide laatste omstandigheden te zamen zich voordoen.

Ten einde zonder groote fout den stand van het water buiten rekening te kunnen laten, is het dus aan te bevelen groote perioden te nemen, zooals de Heer ORTT gedaan heeft, en deze ten overvloede zoo te kiezen, dat de waterstanden bij het begin en bij het einde weinig van elkander verschillen.

Het verschil in hoeveelheid water, bij het begin en bij het eind in den polder aanwezig, is natuurlijk van minder invloed op het eindcijfer naarmate het over grooter aantal dagen verdeeld wordt, en mag dan verwaarloosd worden.

De uitkomsten zamenbrengende, is bevonden dat in de vier beschouwde tijdperken:

1°. Gedurende de droogmaling van 1 April 1849 tot 1 Juli 1852
2°. Na » » » 20 April 1861 » 4 Mei 1867
3°. » » » » 26 Mei 1869 » 26 Mei 1873
4°. » » » » 10 April 1883 » 1 Mei 1884

per etmaal de onderstaande hoeveelheden aan regen, inlating, doorsijpeling, uitdamping en wegpomping zijn gekomen in- en verdwenen uit den polder:

Per etmaal.	1849—1852.	1861—1867.	1867—1873.	1883—1884.
Verdampt.		349438 M³	375881 M³	365250 M³
Gevallen regen. . . .		356750 "	410536 "	379654 "
Meer regen dan verdamping	3080 M³	7312 "	34655 "	14404 "
Uitgemalen.	601685 "	217995 "	251011 "	233300 "
Bij de werktuigen ingelaten.		10353 "	8812 "	7025 "
Door kwel in den polder gekomen. .	136800 "	200330 "	207544 "	211871 "
Gemiddelde drukhoogte	2.14 M.	4.282 M.	4.436 M.	4.53 M.

Januari 1885.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 Februari 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, KORTEWEG, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, HUBRECHT, VAN RIEMSDIJK, BAEHR, HOEK, BEYERINCK, FRANCHIMONT, MULDER, DE VRIES, HOFFMANN, ZAALJER, KOSTER, HEYNSIUS, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, LORENTZ, BOSSCHA, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, VAN BEMMELEN, ZEEMAN, FÜRBRINGER, J. A. C. OUDEMANS, DONDERS, RAUWENHOFF, RIJKE, GUNNING, A. C. OUDEMANS JR., PLACE, STOKVIS, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS, KAMERLINGH ONNES en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Wordt gelezen een Brief van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1°. ALPH. DE CANDOLLE, Genève, 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken, 's Gravenhage, 5, 18 Februari 1885; 2°. A. LUCANTE, Secretaris der Société Française de botanique te Courrensan, 17 Februari

1885; 3°. Ed. Weyr, Secretaris der Société mathématique de Bohème te Praag, 24 Januari 1885; 4°. den Bibliothecaris der kön. Universitäts-Bibliothek te Greifswald, 15 Januari 1885; 5°. A. Humbert, Secretaris der Société de physique et d'histoire naturelle te Genève, 18 December 1884; 6°. E. Regel, Directeur van den Jardin impérial de botanique, te St. Petersburg, 3 Januari 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. mededeelingen van de Heeren Behrens en van Diesen, dat zij verhinderd zijn de Vergadering bij te wonen; 2°. een brief van den Heer Treub (19 Januari 1885), ter begeleiding van eene in het Fransch gestelde circulaire, waarin te kennen wordt gegeven, dat er, met goedkeuring der N. I. Regeering, een botanisch Station aan den Buitenzorgschen Plantentuin is opgericht, met 4 werktafels, en dat een iegelijk, die van eene dier tafels gebruik wenscht te maken, zich daartoe bij den Directeur van genoemden tuin kan aanmelden. De Heer Treub uit den wensch, dat de Nederlandsche geleerden zich opgewekt mogen gevoelen, hunne studie gedurende eenige maanden te Buitenzorg voort te zetten en roept de steun der Afdeeling in voor hen, die dien mochten noodig hebben om aan hun voornemen gevolg te geven.

De Afdeeling neemt met belangstelling kennis van den inhoud der missive, en draagt den Secretaris op, den Heer Treub van hare ingenomenheid met zijn streven te verzekeren.

— De Heer Bierens de Haan deelt mede, dat de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, door de Huygens-Commissie daartoe uitgenoodigd, zich bereid heeft verklaard, de kosten der uitgave van Huygen's geschriften op zich te nemen. De Voorzitter zegt den spreker dank voor dit belangrijk bericht en verheugt er zich in, dat de onderneming nu ook van finantieele zijde behoorlijk is verzekerd.

— De Heer C. A. J. A. OUDEMANS doet eene mededeeling over eene op aarde in een runbed gevonden Hyphomyceet, die, tegen den regel, hare sporen niet door splitsing of afsnoering der opstaande draden, doch binnen deze deelen voortbrengt, en daarenboven het vreemde verschijnsel doet zien, dat de ledige plaatsen dier draden, tusschen elke twee sporen in, door eene cirkelsnede getroffen worden, waardoor de sporen aan elke harer polen van een klein stukje draad, bij wijze eener korte kleurlooze buis, voorzien blijven. Uitvoeriger wordt een en ander toegelicht in een opstel, dat voor de Verslagen en Mededeelingen wordt aangeboden.

— De Heer FRANCHIMONT is met zijne voordracht nog niet gereed en wenscht die uit te stellen tot eene volgende Vergadering.

— De Heer VAN DER WAALS handelt over den invloed der temperatuur op de sterkte eener gasoplossing en op het evenwicht tusschen gasoplossingen en vaste hydraten. De verrassende verschijnselen, door het nauwkeurig onderzoek van den Heer ROOZEBOOM aan het licht gekomen, hadden hem aanleiding gegeven tot de bestudeering van de wetten, die werken moeten als een vaste stof van standvastige samenstelling van aggregaatstoestand verandert, en dus overgaat òf in gas en damp, òf in vloeistof, òf in beiden, terwijl de vloeistof een veranderlijke samenstelling bezitten kan, en een van omstandigheden afhankelijk veranderlijke hoeveelheid gas opgelost kan houden.

De betrekking tusschen temperatuur, hoeveelheid opgelost gas en drukking van dit gas, wordt voorgesteld door de formule:

$$Nep.\ log.\ \frac{p}{p_{0x}} = \frac{\mu t}{1 + \alpha t} \ldots\ldots\ldots (1)$$

In deze formule is p_{0x} de druk, die bij 0^0 noodig zou zijn om de oplossing den zelfden graad van sterkte te doen behouden als die bij t^0 onder den druk p aanwezig is. Bij gassen, waar de hoeveelheid gas, die opgelost blijft, recht

evenredig is aan den druk, is dus de afhankelijkheid van p, x en T de volgende:

$$p = a\,x\,e^{\frac{\mu t}{1+\alpha t}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

De formule (2) is niet algemeen geldig, formule (1) daarentegen wel, ook bij gassen als Cl H, waarbij de invloed der drukking zoo geheel anders blijkt te zijn als uit de wet van HENRY zou volgen. De factor μ is dan echter van x afhankelijk, en neemt met toenemende waarde van x af. Dit beteekent, dat de oplossingswarmte bij zulke gassen met den graad der concentratie afneemt.

Bij SO_2 oplossingen wordt de betrekking tusschen p, x en t vrij nauwkeurig wedergegeven door de formule:

$$log._{10} \frac{p}{-1\frac{1}{2} + 335\,x} = 0{,}0185\,\frac{t}{1+\alpha t}.$$

Dus de hoeveelheid, die onder den druk van 1 atmosfeer bij verschillende temperaturen opgelost wordt, door:

$$log._{10}\{-1\tfrac{1}{2} + 335\,x\} = log.\,76 - 0{,}0185\,\frac{t}{1+\alpha t}.$$

In het bijzonder hebben de waarnemingen van SIMS, ROSCOE en DITMAR kunnen dienen ter verificatie van bovengegeven betrekkingen.

Het was noodig om eerst deze betrekkingen te vinden, alvorens de wetten voor den overgang van het vaste hydraat in gas of vloeistof konden vastgesteld worden, omdat, binnen een reeks van temperaturen, het hydraat noodwendig vergezeld blijft van een veranderlijk sterke oplossing. Terwijl er nl. voor een lichaam, dat niet samengesteld is (bijv. ijs), slechts één drievoudig punt (triple point) bestaat, bestaat er voor een samengesteld lichaam een oneindige reeks van drievoudige punten, maar dit kan alleen het geval zijn, als de vloeistof daarnaar haar samenstelling regelt.

Blijft men bij zeer lage temperaturen, bij zulke waarbij de densiteit van den vrijen waterdamp nog niet den over-

gang tot ijs of water vordert, dan kan er van sublimatie gesproken worden. De stof gedraagt zich dan geheel als een enkelvoudige. Een eerste discontinuiteit vertoont zich nu als de temperatuur zoover gestegen is, dat er ijsvorming komt. De aard der betrekking tusschen p en t blijft echter dezelfde, alleen een constante in die betrekking voorkomende verschilt. Een tweede discontinuiteit treedt in als de temperatuur stijgt tot er water gevormd wordt; maar dan blijft dit geen zuiver water, maar wordt het gashoudend water. De betrekking tusschen p en t verandert nu van aard, en naar gelang van het antwoord op de vraag: »wat sterker gashoudend is, het hydraat of de oplossing", is de loop der lijn (p, t) verschillend.

Bij benadering geldt de volgende betrekking:

$$T\frac{d\,p}{d\,T} - p = \frac{\lambda\,(1 + c) + (c - x\,0)}{V\,(c - x)}$$

of:

$$\frac{d\,Nl\frac{p}{T}}{d\,T} = \frac{\lambda\,(1 + c) + (c - x)\,0}{(c - x)\,R}\,\frac{1}{T^2} \ldots\ldots (3)$$

In deze formules stelt λ de inwendige smeltwarmte voor, 0 de oplossingswarmte, c de sterkte van het hydraat, x de sterkte der oplossing, die het hydraat vergezelt, en R de constante voor het gas in de formule $p\,v = R\,T$. Is nu $c > x$, dan neemt $l\,\frac{p}{T}$ met de temperatuur toe. Is $c = x$, dan volgt $\frac{d\,p}{d\,T} =$ oneindig. Is $c < x$, dan beteekent dat in den beginne ten minste een negatieve waarde voor $\frac{d\,p}{d\,T}$. Mocht ook de teller, waarin $(c - x)$ voorkomt, negatief kunnen worden, wat bij kleine smeltwarmte, groote oplossingswarmte en groot verschil van c en x kan voorkomen, dan is $\frac{d\,p}{d\,T}$ weder positief, en zelfs p weder recht evenredig

met T. Daar nu met klimmen de waarde van p de grootheid x zeker toeneemt als t kleiner wordt, zal als een negatieve waarde van $\frac{dp}{dT}$ weder in een positieve verandert dat niet aan den noemer, maar aan den teller in den factor van $\frac{1}{T^2}$ in vergelijking (3) moeten toegeschreven worden, en zal er dus een drukking zijn waarbij $\frac{dp}{dT} = 0$ is. Zoodat dus de lijn, die de betrekking aangeeft tusschen den druk waaronder het hydraat bestaan kan, en de temperatuur waarbij die druk aanwezig is, het volgende verloop kan hebben. Bij $c > x$ gelijkt zij op een gewone logarithmische lijn, zooals die bij spanning van verzadigde dampen o. a. bekend is. Naarmate x tot c nadert, stijgt zij sneller, en bij $x = c$ heeft zij een vertikale raaklijn. Daarna buigt zij terug met de holle zijde naar beneden. De helling vermindert en gaat over in een richting, evenwijdig aan de temperatuur-as. Is dit punt bereikt, dan keert zij weder, om van nu af weder met toenemende waarde van t voortdurend te stijgen. Aan deze uitkomsten moet eenige verandering aangebracht worden, als er verschil is in de densiteiten van het vaste hydraat en de oplossing, maar de daardoor teweeggebrachte wijzigingen zijn waarschijnlijk altijd gering.

Niet altijd komt de geheele aldus beschreven lijn voor. Dit hangt af van de spanning, die het gas kan uitoefenen alvorens tot vloeistof over te gaan. Is dit punt bereikt, dan ontstaat een nieuw discontinuiteitspunt, en van dan af stijgt de druk zeer snel met de temperatuur, of neemt af volgens den regel, die hieromtrent bij den invloed van druk op het vriespunt bekend is.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt het volgende mede:

De Heer BAKHUIS ROOZEBOOM heeft in aansluiting aan zijne vroegere onderzoekingen omtrent de hydraten van SO_2, Cl_2 en Br_2, thans de dissociatiespanningen dier hydraten bepaald beneden 0^0.

Aanleiding hiertoe gaf eene mededeeling van den Heer

LE CHATELIER in de *Comptes Rendues* van 26 December 1884. Deze vond, in overeenstemming met eene wet der Thermodynamica, dat de kromme der dissociatiespanning van het chloorhydraat eene plotselinge richtingsverandering vertoont bij de temperatuur, bij welke het ijs in aanraking met het hydraat smelt. Eene dergelijke verandering van richting in de dissociatiekromme was vroeger door den Heer R. reeds aangetoond voor het zwaveligzuurhydraat bij de temperatuur, bij welke het SO_2 van gasvormig vloeibaar wordt. Hij heeft thans de richtings-verandering ook bij de drie genoemde hydraten waargenomen op de temperatuur bij welke het H_2O van aggregaattoestand verandert.

Bij de smelttemperatuur is de dissociatiespanning even groot, hetzij het water vloeibaar of vast zij. Bij lagere temperaturen is de spanning grooter in tegenwoordigheid van ijs dan van de waterige oplossing. Dit is onmiddellijk aan te toonen, omdat het mogelijk is de gasoplossing tot eenige graden beneden haar vriespunt vloeibaar te houden. De spanningen, voor dezen labielen evenwichtstoestand waargenomen, sluiten geleidelijk aan bij de waarnemingen boven het vriespunt, en hierdoor treedt de richtingsverandering der spanningskromme bij het bevriezen van het water te duidelijker aan het licht.

De waarnemingen zijn de volgende:

Spanning van $SO_2\,7\,H_2O$

(H_2O vast)	Temper.	(H_2O vloeibaar)
—	0°	297 mM.
—	— 1°	262 »
—	— 2°	230 »
211.5 mM.	— 2°.6	211.5 »
206 »	— 3°	201 »
193.5 »	— 4°	176.5 »
177 »	— 6°	137 »
160 »	— 8°	—
150 »	— 9°.5	—

Vriespunt: — 2°.6.

Spanning van Cl_2 8 H_2O			Spanning van Br_2 10 H_2O		
(H_2O vast)	Temper.	(H_2O vloeib.)	(H_2O vast)	Temp.	(H_2O vloeib.)
—	0°	252 mM.	—	0°	46 mM.
244 mM.	— 0°.24	244 »	43 mM.	— 0°.3	43 »
234 »	— 1°	223 »	41 »	— 1°	40 »
223 »	— 2°	200 »	39 »	— 2°	35 »
213 »	— 3°	183 »	—	— 3°	31 »
203 »	— 4°	—	35 »	— 4°	27 »
185 »	— 6°	—	—	— 5°	23.5 »
169 »	— 8°	—	31 »	— 6°	—
156 »	—10°	—	28 »	— 8°	—
			25 »	—10°	—
Vriespunt:	— 0°.24.		Vriespunt:	— 0°.30.	

De vriespunten zelven konden door de volgende overweging uit de waarnemingen afgeleid worden.

De Heer R. bepaalde vroeger de vriespunten der oplossingen van SO_2, Cl_2, Br_2, die bij 0° aanwezig kunnen zijn nevens de bijbehoorende hydraten. Deze vriespunten waren — 3°.1, — 0°.25, — 0°.31.

Koelt men deze oplossingen af in tegenwoordigheid harer hydraten, dan neemt de hoeveelheid hydraat toe ten koste der oplossing, welke slapper wordt en welker vriespunt dus rijst. Men bereikt dus bij afkoeling ten slotte eene zoodanige temperatuur, dat de oplossing, die nevens het hydraat bestaat, bij deze zelfde temperatuur haar vriespunt heeft. Men kan dat vriespunt vinden door het snijpunt te bepalen van twee lijnen, die het volgende voorstellen:

1°. de sterkte der oplossing, die nevens het hydraat bestaanbaar is, bij verschillende temperaturen;

2°. de sterkte der oplossing als functie van haar vriespunt.

De laatste lijn is nagenoeg recht en volgt uit enkele vroegere bepalingen van den Heer R.; de eerste was slechts berekend tot 0°. Door haar evenwel een weinig te verlengen, werden voor de snijpunten gevonden — 2°.6, — 0°.24, — 0°.30: dezelfde temperaturen, die ook bij rechtstreeksche proefneming de vriespunten bleken te zijn van oplossingen van SO_2, Cl_2, Br_2 nevens hunne hydraten.

— De Heer DONDERS herinnert, dat hij den aanstoot tot accommodatie tot de generatoren der derde dimensie telde (Proces-Verbaal der Zitting van 31 Januari 1885). Dien aanstoot meende hij werkzaam te zien in de mikropsie, bij kunstmatige verzwakking der accommodatie waargenomen, en in het schijnbaar afstands-verschil van roode en blauwe figuren op hetzelfde vlak: terwijl de minder breekbare stralen meer inspanning der accommodatie vorderen, schijnen de roode naderbij gelegen dan de blauwe. Intusschen nam hij waar, dat bij het monoculaire zien het verschil in afstand genoegzaam verdwijnt en dat het verschijnsel verre van algemeen, somtijds zelfs omgekeerd is. En daarvan kon de aanstoot tot accommodatie geen rekenschap geven. In de onderstelling nu, dat nog andere momenten zouden werkzaam zijn, noodigde hij den Heer EINTHOVEN uit, de verschijnselen nader systematisch te onderzoeken, waaraan deze gaarne voldeed: en weldra kwam hij tot het verassend resultaat, dat bij het schijnbaar afstands-verschil stereoskopie in het spel is en dat de grond dier stereoskopie te zoeken is in de asymmetrie van het oog, bij symmetrie der beide oogen in betrekking tot elkander.

Als oog-as kan de lange as der hoornvlies-ellipsoïde beschouwd worden. Deze gaat in den regel ongeveer door het midden der pupil, op welker vlak ze dan loodrecht staat, en treft het netvlies aan de mediaan-zijde van de fovea centralis. Waar ze het netvlies treft, dekken al de gekleurde beelden van een zelfde punt elkander als concentrische cirkels. Anders is het in de fovea centralis, die aan het directe zien beantwoordt. De gezichtslijn, die zich uitstrekt tusschen die fovea en het gefixeerde punt, kruist de oog-as onder den hoek α, die des te grooter is, hoe grooter op het netvlies de afstand tusschen de fovea en de oog-as en hoe kleiner die tusschen fovea en knooppunt k, en snijdt het pupilvlak aan de mediaanzijde van het middelpunt. Hierin ligt de reden, waarom, zooals de constructie doet zien, de gekleurde beelden of verstrooiingsvlekken van een zelfde punt niet concentrisch op, maar naast elkander vallen: ligt dat der geel-groene stralen in de fovea, dan valt dat der blauwe

aan de mediaan-, dat der roode aan de temporaal-zijde, en wel op de beide oogen ongeveer symmetrisch. Men ziet dus gekruiste dubbelbeelden van de roode, gelijkzijdige van de blauwe, en heeft, om, bij stationaire accommodatie, de roode in beide oogen op de fovea te brengen, iets meer, om de blauwe daarop te brengen, iets minder te convergeeren, alles, alsof in werkelijkheid de blauwe voorwerpen wat meer, de roode wat minder verwijderd waren, en de voorstelling kan dus geen andere zijn.

Met de hier gegeven verklaring is tevens aangewezen, waarom het verschijnsel in zeer verschillenden graad voorkomt, waarom het kan ontbreken en zelfs zich kan omkeeren. Hoek α is bij hypermetropen doorgaans groot, bij myopen kleiner en kan bij de hoogste graden van myopie zelf negatief zijn. Maar bovendien, onafhankelijk van α, kan de gezichtslijn meer of minder excentrisch door de pupil gaan, en door de ligging van dit snijpunt moet ten slotte het verschijnsel voornamelijk worden bepaald. Wat hierbij verder in aanmerking komt, zal door den Heer Einthoven nader worden onderzocht en verklaard.

Experimenteel bleek de juistheid der aangewezen oorzaak bij gedeeltelijke temporale of mediane bedekking van ééne of, liever nog, symmetrisch van beide pupillen. Bij temporale bedekking treedt de blauwe figuur naar voren, zoodat ze vóór de roode uitsteekt en springt plotseling zeer diep terug, wanneer de bedekking voor een nasale plaats maakt. Spreker vertoont een klein werktuig, waarmede, bij bevestigd hoofd en onveranderlijk gerichte oogen, door het draaien aan een schroef de dekkende plaatjes zich symmetrisch bewegen, achtereenvolgens de pupillen aan de temporaal- en aan de mediaanzijde bedekkende: hiermee laat zich nauwkeurig bepalen, hoeveel men van de temporale zijden der pupillen heeft af te snijden, om de verschillend gekleurde figuren in hetzelfde vlak te brengen.

Ook van lenzen vóór het oog, die de ligging van k veranderen, zal de zeer merkbare invloed nog nader worden onderzocht en geanalyseerd.

Met de aanwijzing der hier werkzame stereoscopie is de

beteekenis der accommodatie als generator der derde dimensie niet uitgesloten. Zij geeft evenwel niet die vaste onweerstaanbare voorstelling van afstandsverschil, die uit de stereoscopische beelden voortvloeit.

— De Heer Buys Ballot deelt mede, dat hij de door hem voorgestelde periode van de temperatuursverandering, afhankelijk van de zon en vroeger gesteld op een duur van 27^{d}. 682 (Verslagen en Mededeelingen, 2de Reeks, IX, p. 168), getoetst heeft aan de latere waarnemingen, o. a. die te Utrecht gedurende 34 en te Batavia gedurende 16 jaar gedaan. De epoche van de oude periode bleek niet overeen te komen met die, welke voor Batavia schijnt te moeten worden aangenomen, tenzij die periode iets korter worde gesteld, namelijk op 27^{d}. 675. In dit geval zijn echter de sommen van de veertien kolommen, die de warmste dagen behooren te bevatten, allen hooger dan die van de andere veertien kolommen. En dit niet alleen over de 155 jaren in hun geheel, maar ook bijna als men die in drie groepen van 50 en 55 jaren verdeelt.

— De Heer Hoffmann biedt uit naam van den Heer Dr. Vigelius voor de boekerij der Akademie aan eene 4^{0}. Verhandeling, getiteld: Die Bryozoen gesammelt während der dritten und vierten Polarfahrt des *Willem Barents* in den Jahren 1880 und 1881. Zij werd uitgegeven door het Koninklijk Zoölogisch Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 Maart 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, BEIJERINCK, VERLOREN, STOKVIS, DE VRIES, LORENTZ, MAC GILLAVRY, HOEK, BOSSCHA, J. A. C. OUDEMANS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, KORTEWEG, DONDERS, RAUWENHOFF, A. C. OUDEMANS JR., ZEEMAN, DIBBITS, KAMERLINGH ONNES, VAN DER WAALS, HUBRECHT, VAN RIEMSDIJK, MICHAËLIS, BAEHR, MULDER, HOFFMANN, ZAALJER, VAN DIESEN, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, KOSTER, VAN BEMMELEN, FRANCHIMONT, RIJKE en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Letterkundige Afdeeling de Heer: VAN DER WIJCK.

— De Heeren BEHRENS, VAN GOGH en GUNNING hebben zich over hunne afwezigheid schriftelijk verontschuldigd.

— Het Proces-Verbaal der vorige bijeenkomst wordt gelezen en goedgekeurd.

— Naar aanleiding der alinea in de voorgelezen notulen, welke handelt over den finantieelen steun, door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem aan de uitgave van HUYGEN's werken te verleenen, stelt de Voorzitter voor, aan Heeren Directeuren der voornoemde Maatschappij een schrijven te richten, waarin de Afdeeling Natuurkunde der Koninklijke Akademie van Wetenschappen hare bijzondere erkentelijkheid betuigt voor de medewerking,

welke zij van de zijde der Hollandsche Maatschappij in haar streven heeft mogen ondervinden. Het voorstel wordt met acclamatie aangenomen.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken van de Akademie van de navolgenden:

1°. A. J. Enschedé, Bibliothecaris der Gemeente-Bibliotheek te Haarlem, 25 Maart 1885; 2°. J. Tideman, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 24 Maart 1885; 3°. Th. van Doesburgh, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 25 Maart 1885; 4°. den Beer Poortugael, Gouverneur der Koninklijke Militaire Akademie te Breda, 24 Maart 1885; 5°. den Directeur der Royal Observatory te Greenwich, 26 Maart 1885; 6°. den Bibliothecaris der Academia Romana te Bucharest, 24 Maart 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. D. de Haan, waarn. Secretaris van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 5 Maart 1885; 2°. C. Leemans, Leiden, 7 Maart 1885; 3°. G. Dewalque, Secretaris der Société Géologique de Belgique te Luik, 25 Maart 1885; 4°. A. Le Grelle, Versailles 21 Maart 1885; 5°. John Wilson, Secretaris der Universiteit te Edinburg, Februari 1885; 6°. Siegel, Secretaris der kais. Akademie der Wissenschaften te Weenen, 12 November 1884; 7°. den Bibliothecaris der Académie royale des Sciences te Stockholm 1884; 8°. R. Thalen, Secretaris der Société royale des Sciences te Upsala, 1 Augustus 1884; 9°. J. C. Pilling, voor de U. S. Geological Survey te Washington, 20 Augustus 1884; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— De Voorzitter deelt mede, dat hem dezer dagen een schrijven gewerd van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken, ter begeleiding van een ontwerp voor een gewijzigd

ontsmettings-regulatief, op last van Z.E. opgemaakt door drie ambtenaren van het Geneeskundig Staatstoezicht. De Minister wenschte het advies der Afdeeling over dit ontwerp, zoo mogelijk met eenigen spoed, te vernemen. Dit was oorzaak geweest, dat door hem aan eene Commissie van drie leden: de Heeren ZEEMAN, GUNNING en MAC GILLAVRY, buitentijds de taak was opgedragen, de Afdeeling in deze te dienen van advies. Hij vraagt aan den Heer ZEEMAN of de Commissie haren arbeid wellicht reeds ten einde heeft gebracht. De Heer ZEEMAN antwoordt, dat zulks nog geenszins het geval is, doch stelt het uitbrengen van het verslag in uitzicht tegen de April-vergadering.

— De Heer VERLOREN leest het 1ste gedeelte van een opstel: »Beschouwingen over de ontwikkeling der bewerktuigde wezens", hetwelk, als aanloop tot het eigenlijke onderwerp, nog slechts eene korte biologische schets bevat van den onlangs overleden natuuronderzoeker JEFFREYS.

— De Heer DONDERS deelt de uitkomsten mede der nadere onderzoekingen over de staafjes- en kegellaag van het netvlies der duif, in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool verricht.

In de Vergadering van 29 Maart 1884 deelde de Heer ENGELMANN de ontdekking mede van den Heer VAN GENDEREN STORT, arts en oud-ff. v. gez. 2de kl.: dat de binnenleden der kegels van het netvlies, bij kikvorschen en bij duiven, zich verkorten onder den invloed van het licht en in het duister zich verlengen.

In de Vergadering van 28 Juni 1884 bracht de Heer ENGELMANN de verder door hem, in gemeenschap met den Heer VAN GENDEREN STORT, verkregen uitkomsten ter sprake, betreffende de bewegingen der kegels ook bij visschen en reptiliën, en deelde de merkwaardige feiten mede, die het bestaan bewijzen eener physiologische associatie der beide netvliezen en verder van een verband tusschen den verlichtingsgraad der huid van het lichaam en den toestand van pigment en kegels der beide netvliezen.

In den laatsten tijd nu heeft de Heer VAN GENDEREN STORT het netvlies der duif, zoowel na verblijf in het donker (donkerduif) als na verblijf in het licht (lichtduif), aan een nader onderzoek onderworpen en daarbij de volgende uitkomsten verkregen.

Het netvlies der duif vertoont een *geel* en een *rood veld.* Het laatste, van bijna ronden vorm, bepaalt zich schier uitsluitend tot het bovenste temporaal-quadrant; al het overige is geel veld.

In het gele veld, en wel ongeveer in de as van het oog, ligt de fovea centralis, een kleine groeve, omringd door een verheven zoom, zich van de chlorioïdeaalzijde voordoende als een rood stipje. Het roode veld strekt zich tot in de nabijheid dier groeve uit, daarvan slechts gescheiden door een smalle strook van het groene veld.

In het gele veld nu komen voor:

1. *Enkelvoudige kegels*, met draadvormige buitenleden en dikkere binnenleden, vertoonende een zoogenoemd opticusellipsoïde (vroeger bij de duif niet gezien), en wel drie soorten:

a. met kleine groene kogels;

b. met groote roode kogels;

c. met oranje-kogels, grooter dan de groene van *a*, kleiner dan de roode van *b.*

Van deze zijn *a* de kortste, *c* de langste, *b* van gemiddelde lengte.

2. *Dubbelkegels*, waarvan de hoofdkegel in zijn opticusellipsoïd een grooten groenen kogel bevat, meer peripherisch dan de kogels der enkelvoudige, terwijl de bijkegel, waarvan het binnenlid als een lange spoel aan het protoplasmatisch gedeelte van den hoofdkegel innig verbonden is, in haar peripherisch uiteinde roodbruine pigmentdroppeltjes herbergt. Zij komen in grooten getale voor.

3. *Staafjes*, even menigvuldig als de dubbelkegels.

In de fovea ontbreken de staafjes en zijn de onder 1 en 2 vermelde vormen veel fijner en korter.

Onder den invloed van licht nu trekken de binnenleden der enkelvoudige kegels zich samen, en wel bepaaldelijk

het protoplasmatische gedeelte, zoodat het zoogenoemde opticus-ellipsoïde tot de membrana limitans nadert. Ook van de dubbelkegels trekt het protoplasmatische gedeelte der hoofdkegels zich samen, waarbij in het binnenlid van den bijkegel zich een groot ellipsoïdvormig lichaam ontwikkelt, dat nabij de limitans komt te liggen.

Tevens ondergaan de staafjes bij de duif eigenaardige veranderingen, die bij den kikvorsch niet zijn opgemerkt. In het donker namelijk, terwijl de binnenleden der kegels en bijkegels weer dunner en langer worden, zwellen de binnenleden der staafjes tot groote, sterk lichtbrekende, soms afgeplatte ellipsoïden op, op profiel-coupes sterk in het oog vallende en de ontstane ruimten innemende. In de lichtduif hebben ze voor de minder sterk lichtbrekende ellipsoïdische binnenleden der dubbelkegels plaats gemaakt.

In de fovea centralis, waar de staafjes ontbreken, is samentrekking van de protoplasmatische gedeelten der kegels en dubbelkegels evenzeer waar te nemen.

In het roode veld vindt men:

1. *Enkelvoudige kegels*, grooter dan die van het gele veld en dichter bij elkander staande, en wel:

a. met kleine oranje-kogels;

b. met groote roode kogels en rood gepigmenteerd binnenlid;

c. met iets kleinere oranje-kogels;

d. met kleine geel-groene kogels.

De lengten der kegels nemen toe van *a* tot *d*.

2. *Dubbelkegels*, en wel twee soorten:

a. zoodanige, waarvan de hoofdkegel een oranje-kogel bevat;

b. zoodanige, waarvan de hoofdkegel een kleinen licht groenen of bijna ongekleurden kogel insluit.

3. *Staafjes*, geheel ontbrekende, of althans zeer spaarzaam in het midden, naar de peripherie van het roode veld meer en meer toenemende.

Van al deze vormen van enkelvoudige kegels en dubbelkegels van het roode veld trekken, onder den invloed van

het licht, de binnenleden zich samen, en ondergaan ook de staafjes gelijksoortige veranderingen.

De voornaamste nieuwe feiten, bij dit onderzoek aan het licht getreden, zijn: de zwelling van de binnenleden der staafjes in de donkerduif; de zwelling der bijkegels bij de lichtduif en het ontbreken der staafjes in het midden van het roode veld, evenals in de fovea centralis van het gele; waaruit schijnt te volgen, dat de gezichts-scherpte toeneemt naar het midden der roode velden. De ligging dier velden duidt, volgens Spreker, aan, dat ze samenwerken tot binoculair zien in de nabijheid, en wel mediaanwaarts naar beneden en voren, ter plaatse dus van waar het voedsel wordt opgenomen.

— De Heer KAMERLINGH ONNES biedt voor de boekerij een exemplaar aan van de dissertatie des Heeren R. SISSINGH: »Metingen over de elliptische polarisatie van het licht" en geeft een kort verslag van de wijze, waarop gewerkt werd en van de uitkomsten, door eene verbeterde inrichting der gebruikte toestellen verkregen. Het kon niet worden betwijfeld, dat de gevonden getallen die van JAMIN in nauwkeurigheid belangrijk overtroffen en beter dan deze in overeenstemming waren met de theorie van CAUCHY. Het gesprokene zal eerlang voor het Proces-Verbaal worden aangeboden.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

VERSLAG

DER

COMMISSIE OVER HET ONTSMETTINGS-REGULATIEF.

(Uitgebracht in de Vergadering van 24 April 1885).

Ter voldoening aan het haar gegeven mandaat, heeft Uwe Commissie de eer voor te stellen, dat door de Natuurkundige Afdeeling der Academie aan den Heer Minister van Binnenlandsche Zaken het volgende schrijven verzonden worde:

De Commissie:
DR. J. ZEEMAN,
J. W. GUNNING,
MAC GILLAVRY.

Aan Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage.

In antwoord op Uwer Excellentie's missive van den 19den Maart 1885, N°. 774, afdeeling M. P. (betreffende het ontsmettings-regulatief), heeft de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Academie van Wetenschappen de eer te berichten, dat zij met belangstelling heeft kennis genomen van de concept-wijziging in het reglement, vastgesteld bij Koninklijk Besluit van 17 April 1873 (Stbl. N°. 43) en gaarne erkent, dat, volgens hare meening, de wijzigingen in het ontwerp in hoofdzaak verbeteringen zijn. Dit neemt niet weg, dat de Afdeeling in enkele punten met de ontwerpers van het concept van meening verschilt, zooals hieronder blijken zal.

Ook is de Afdeeling van oordeel, dat de bepalingen van het ontwerp hier en daar verscherpt moeten worden, omdat bij het formuleeren van een ontsmettings-regulatief, ergo: bij het regelen van practische handelingen, waarvoor de theoretische gegevens nog niet voldoende bekend zijn, men liever iets te veel dan te weinig moet doen.

Bij het geven van hare opmerkingen, zal de Afdeeling zich laten leiden door de volgorde, waarin de verschillende punten van het ontwerp behandeld worden.

DE ONTSMETTINGSMIDDELEN.

Om later te noemen redenen zou, naast stoom, verhitte lucht onder de ontsmettingsmiddelen genoemd en het minimum van temperatuur voor stoom (100° C.) tot 110° C. gebracht moeten worden.

§ I. *Algemeene regelen.*

In de 3de alinea wordt voorgeschreven:

Ontsmetting . . . . . geschiedt door of onder onmiddelijk toezicht van personen, door den Burgemeester daartoe aangesteld. Deze geven eene verklaring af, dat de ontsmetting is geschied volgens deze regelen. Zonder deze verklaring wordt de ontsmetting geacht niet te hebben plaats gehad, en kan zij geene wettelijke gevolgen hebben.

Hiertegen moet opgemerkt worden, dat in kleine gemeenten de ontsmetting wel eens zal worden opgedragen aan personen, die, hoewel zij de zedelijke kwaliteiten, voor dit werk vereischt, bezitten, in den beginne voorlichting en onderricht van een deskundige behoeven. Beide zullen in den regel gegeven worden door den geneesheer, die den lijder behandeld heeft en daarbij gedurig op ontsmetting bedacht zal zijn geweest.

Nu is het niet duidelijk, waarom een geneeskundige, die door een onkundige het practisch werk bij het ontsmetten

heeft laten verrichten, niet bevoegd zou zijn eene verklaring af te geven, die wettelijke gevolgen heeft, en de onkundige werkman zulks wel zou vermogen. De Afdeeling stelt daarom voor, dat de laatste zin dezer alinea aldus aanvange:

»*de geneeskundige, onder wiens toezicht de ontsmetting heeft plaats gehad, geeft eene verklaring af*," enz.,

en dat in de volgende alinea, luidende aldus:

»*De bedoelde verklaring kan ook afgegeven worden door den directeur van ziekenhuizen, militaire gebouwen, gevangenissen, en door den kommandant van marine-schepen*" achter de woorden »*afgegeven worden door*" worde ingelascht: »*het hoofd der gemeente-policie*".

§ II. *Regelen omtrent het ontsmetten van besmette of van besmetting verdachte voorwerpen.*

Het zal wel geen betoog behoeven, dat ontsmetting met behulp van stoom slechts mogelijk zal zijn in groote gemeenten, in zieken-inrichtingen, in opzettelijk opgerichte desinfectie-stations, bij drukke wegen van verkeer; en derhalve ontsmetten door langdurig koken regel, ontsmetten met behulp van stoom uitzondering zal blijven. Dan ware het ook wellicht beter, de gewone wijze van doen in het ontwerp op den voorgrond te plaatsen.

Nu leert de ervaring, dat vochtige warmte van 100° C. niet altijd bij machte is om smetstoffen te dooden, en raadzaam is het dus, de minimum-temperatuur in den stoomoven met een zeker aantal graden, b. v. met 10, te verhoogen. Verder dient niet te worden vergeten, dat door voor te schrijven hoe hoog het minimum van temperatuur zal zijn en hoe lang de hooge temperatuur zal inwerken, nog niet bepaald is aan welke temperatuur de te ontsmetten voorwerpen in den oven worden blootgesteld. Men kan b. v. bedden en wollen dekens zoo opeenpakken, dat de binnenste gedeelten geruimen tijd tegen de hooge temperatuur van de omgevende middelstof (hetzij dampkringslucht of waterdamp) beschut zijn. Wanneer nu die binnenste gedeelten kiemen bevatten, die eerst bij eene temperatuur boven de 100° C.

gedood worden, zal de ontsmetting niet verkregen worden. Het zal daarom wel noodig zijn voor te schrijven, dat de te ontsmetten voorwerpen in den stoomoven zoodanig moeten worden opgehangen, dat de stoom tusschen de afzonderlijke voorwerpen vrij kunne doordringen. Ook verdient het aanbeveling, de oven te voorzien van twee openingen, die door deuren gesloten kunnen worden, en elke dezer openingen te doen uitkomen in een vertrek, dat van het andere door een muur volkomen gescheiden is. Alles wat, als besmet, in het vertrek N^0. 1 door deur N^0. 1 in den oven gaat, wordt dan in het vertrek N^0. 2, dat steeds onbesmet moet blijven, door de deur N^0. 2 na eenigen tijd in ontvangst genomen.

Dergelijke inrichtingen zullen ook met voordeel gebruikt kunnen worden, indien het *regulatief*, in plaats van enkel stoom, ook heete lucht als ontsmettingsmiddel heeft opgenomen. De temperatuur in den ontsmettingsoven zou in dit geval tot 125^0 C. moeten worden opgevoerd. Bij het gebruik van heete lucht zullen de toestellen, die dan minder kostbaar kunnen zijn, tevens grootere veiligheid voor het bedienend personeel waarborgen.

De vraag rijst ook, of het niet noodig is, bepaalde voorschriften te geven ten aanzien van het opnemen en vervoeren van voorwerpen, voor ontsmetting of vernietiging bestemd. Als zoodanig komen bijv. in aanmerking: het uiterst voorzichtig opnemen en neêrleggen, opdat zoo min mogelijk stof worde opgewoeld; het onmiddellijk bedekken en omwikkelen met kleeden, gedrenkt met sublimaat- of phenylzuur-oplossing; het in vochtige kleeden vervoeren, en bij het vervoer vochtig houden door begieten met genoemde oplossingen.

Ook kan niet genoeg worden aanbevolen, het ter vernietiging bestemde onmiddellijk op de plaats zelve te vernietigen door verbranding. Dit is uiterst gemakkelijk, indien in het besmette of van besmetting verdachte vertrek eene kachel staat. Is dit niet het geval, dan kan in de meeste gevallen eene kachel gezet worden. Ontbreekt eene stookplaats of een rookgang, dan kan eene kachelpijp, uit een raam gestoken, dikwijls van dienst zijn.

In stede van besmette voorwerpen te vervoeren, zal het toch zeker de voorkeur verdienen, ze op de plaats zelve en onmiddellijk te vernietigen.

Het ontsmetten van heel-, verlos- en ontleedkundige werktuigen, uit staal vervaardigd, geschiedt volgens het regulatief door ze in een spiritusvlam te houden. Wie dit ooit met kleine stalen voorwerpen, zooals lancetten of entnaalden, gedaan heeft, weet, dat ze door deze wijze van ontsmetten volkomen onbruikbaar worden. Daarom zou het beter zijn voor te schrijven, dat dergelijke werktuigen zorgvuldig gereinigd en daarna eenige malen door eene vlam gehaald (zoogenaamd: *geflambeerd*) moeten worden.

Omtrent het uitkloppen van dekkleeden en rouwmantels mag nog wel opgemerkt worden, dat dit geschiede op grooten afstand van woningen en niet op den openbaren weg.

§ III. *Regelen voor de ontsmetting van lijders en het onschadelijk maken van lijken.*

Bij het ontsmetten van lijders zou het dienstig zijn voor te schrijven, dat hoofd- en baardhaar niet alleen gewasschen, maar ook gekamd en met phenylzuur-oplossing ontsmet worden. De oplossing van 5 pCt. zou voor dit doel tot 2.5 pCt. verdund moeten worden.

In overweging wordt gegeven, of het niet beter zou zijn, de lijken van personen, aan eene besmettelijke ziekte overleden, na ze, in een kleed, met sublimaat- of phenylzuuroplossing gedrenkt, te hebben gehuld, zoo spoedig mogelijk te kisten, in plaats van ze zoo spoedig mogelijk uit de woning te verwijderen.

Onder kisten wordt namelijk verstaan: het lijk in de kist, en het deksel los op de kist leggen. Het verdient aanbeveling om op den bodem der kist eene laag, eenige cM. dik, van eene stof te leggen, die gemakkelijk vocht in zich opneemt, zooals houtzaagsel, poeder van houtskool, turfstrooisel of tuinaarde, liefst bevochtigd met sublimaat- of phenylzuur-oplossing.

§ IV. *Regelen omtrent het ontsmetten van gebouwen en vertrekken en van vaar- en voertuigen.*

Terwijl de aanhef dezer § in het Concept luidt:

» *Uit het te ontsmetten vertrek worde alles verwijderd, wat door berooking met zwaveligzuurgas zou kunnen bederven*"

stelt de Afdeeling voor, dat gelezen worde:

» *Uit het te ontsmetten vertrek worde niets verwijderd*".

Het bederven door berooking met zwaveligzuurgas bestaat meer in de verbeelding dan in werkelijkheid. Mogen ook al metalen voorwerpen en gekleurde stoffen door het zwaveligzuurgas aangetast worden, dan is dit bezwaar toch oneindig geringer dan het veel grootere, dat het ontsmetten tot eene formaliteit met problematisch nut afdale.

Omtrent het goed afsluiten van het vertrek, ware het niet ondienstig meer in bijzonderheden te treden en b. v. te gelasten: dat schoorsteenen en trekgaten eerst met eene prop en dan met papier en stijfsel gesloten moeten worden; reten en naden bij ramen, deuren en in vloeren, kortom elke opening, eveneens met papier en stijfsel worde beplakt.

Waar echter vooral de aandacht op gevestigd moet worden, is de, volgens het oordeel der Afdeeling, onvoldoende en ondoelmatige berooking met zwaveligzuurgas. *Onvoldoende*, omdat het ontwerp 15 G. pijpzwavel per M^3 verlangt, en nauwkeurige proefnemingen geleerd hebben, dat sommige, zeer resistente smetstoffen, in gedroogde korsten aanwezig, niet met zekerheid te dooden zijn dan door eene hoeveelheid zwaveligzuur, verkregen door het volkomen verbranden van 40 G. pijpzwavel per M^3; *ondoelmatig*, omdat het ontwerpregulatief voorschrijft, de lucht in het vertrek zooveel mogelijk met waterdamp te verzadigen. De waterdamp, die voor het ontsmetten met behulp van zwaveligzuur noodig mag zijn, is steeds in de lucht onzer vertrekken aanwezig. Nog meer waterdamp zal, blijkens de ervaring hieromtrent opgedaan, het aantasten, d. w. z. het bederven, van geweven stoffen bevorderen.

De Afdeeling meent daarom te moeten voorstellen, dat de hoeveelheid zwavel, per M^3 te verbranden, bepaald worde op

40 Gr.; dat tusschen de stukjes zwavel eenige vuurmakers geplaatst worden, om de verbranding vollediger te maken, en dat de in de lucht aanwezige waterdamp niet opzettelijk grooter worde gemaakt.

Voor het doen ontbranden der zwavel, is het overgieten met brandspiritus, die daarna wordt aangestoken, uitmuntend. Het woord brandspiritus is hier op zijne plaats, terwijl het voorafgaande *methyl-alcohol* dient doorgehaald te worden.

Ook moet verlangd worden dat het vertrek, waarin de zwavel ontstoken is, niet na 8 uren, maar eerst na 24 uren geopend worde. Overweging verdient het verder: te verbieden, dat het vertrek in de eerste 8 dagen in gebruik worde genomen. Is men beducht voor brandgevaar, dan zou gelast kunnen worden, eerst op den bodem van het vertrek eene blikken of ijzeren plaat, bijv. van 0.6 × 0.6 M. neder te leggen; daarop zand te strooien, en den pot met zwavel op het zand te plaatsen.

In de §§ III en IV wordt verlangd, dat zeepwater van groene zeep worde gemaakt. Het woord *zeepsop* zou wellicht de voorkeur verdienen. Ieder kan dan de zeep kiezen, die hij verlangt. Werksters en schoonmaaksters hebben haar goed vertrouwen op groene zeep ongeschonden bewaard, maar zij die weten, wat tegenwoordig al onder dien naam verkocht wordt, hebben weinig voorliefde meer voor dit handelsartikel.

Om rijtuigen enz. te ontsmetten, ware het verkieslijk, ze te plaatsen in eene gesloten ruimte, en ze te onderwerpen aan berooking met zwaveligzuurgas, volgens de zooeven besproken voorschriften.

§ V. *Regelen omtrent het onschadelijk maken van stoffen, door zieken langs verschillende wegen ontlast.*

Wanneer linnen of katoenen voorwerpen, die men niet wil verbranden, met smetstof bezoedeld zijn, zou het raadzaam wezen, ze niet uit de ziekenkamer te verwijderen, dan met sublimaat- of phenylzuur-oplossing gedrenkt.

§ VI. Voor de verzamelingen van vuil heeft het vigeerende regulatief eene bepaling, die behouden dient te blijven.

Zij luidt: » *Wanneer wegruiming niet mogelijk of niet raadzaam is, bedekke men den vuilnishoop of mestvaalt, of het verspreide vuil, met eene laag houtskool, turfmolm, asch of aarde, of wel met plaggen*". Ook het turfstrooisel verdient hierbij zeer in aanmerking te komen.

Ten slotte nog eene opmerking:

Het eigenlijke werk bij het opruimen, vervoeren en ontsmetten, zal niet altijd onder streng en deskundig toezicht kunnen geschieden. Zelfs dan, als de ontsmetters met den besten wil bezield zijn om hun plicht te doen, is het mogelijk, dat iets over het hoofd gezien of verzuimd wordt. Zal het ontsmetten afdoende helpen, dan moet met alle kracht gewaakt worden, dat er niets over het hoofd gezien of verzuimd worde. Om aan dit bezwaar te gemoet te komen, kent men maar één, maar gelukkig tamelijk afdoend, middel, en dit is:

Het personeel vooraf en bij herhaling stelselmatig oefenen, om alle verrichtingen in eene bepaalde volgorde en steeds op dezelfde wijze te doen.

Het zou daarom overweging verdienen, in het regulatief te bepalen, dat de werkzaamheden bij het ontsmetten geschieden zullen volgens een voorschrift, waarin vermeld staat, welke voorwerpen de ontsmetters zullen meêvoeren, wat ze het eerst en wat ze later zullen doen, en hoe ze het moeten doen.

Wanneer in het *Gesundheitsambt* te Berlijn, onder de leiding van Robert Koch, Doctoren en Professoren geoefend worden in het kweeken en vernietigen van smetstoffen, wordt dit (om met een minimum tijd en moeite een maximum van goede uitkomsten te verkrijgen) geleerd door bepaalde handgrepen voor te doen en te laten nadoen, ongeveer zooals bij de oefeningen in den wapenhandel.

Hetgeen in Berlijn voor Doctoren en Professoren goede uitkomsten geeft, is met uitstekend gevolg te Parijs toegepast bij de opleiding van ontsmetters. Zou eene dergelijke oefening voor toekomstige Nederlandsche ontsmetters dan onnoodig zijn?

OVER EEN EFFLUVE-OZONOMETER

EN

ONTLEDINGSSNELHEID VAN OZON.

DOOR

E. MULDER.

Vervolg *).

Alvorens over te gaan tot het doen van waarnemingen van een andere strekking, zijn nog twee reeksen van bepalingen verricht naar de methode vroeger medegedeeld, met 't oog op het verband dat schijnt te bestaan tusschen de ontledingssnelheid van ozon en het gehalte aan ozon (van het mengsel van dit gas en gewone zuurstof). De effluve-ozonometer werd als vroeger verhit tot 50°, en de manometer na 20 uur afgelezen. De manometer stond vóór de proef op de verdeeling 84,5; na effluve en ongeveer een dag rust, teekende de manometer aan 158,5 verd..

*) Zie *Versl. en Meded Kon. Akad.*, Afd. Nat., 2de Reeks, Deel XIX, pag. 194. Als gevolg van veranderingen in het Laboratorium was men genoodzaakt dezen arbeid gedurende vele maanden te staken.

REEKS III.

Aantal dagen.	Verhit tot	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
—	—	9,2	158,8	—
1	50°	11,5	139,8	19,
2	»	12	126,5	13,3
3	»	11,8	114,8	11,7
4	gewone temp.	9,2	114,0	0,8
5	50°	12,5	107,2	6,8
6	»	12	101,5	5,7
7	»	13	97,5	4,0
8	»	12,5	94,0	3,5
9	»	13	92,0	2,0

Wordt de som der verschillen twee aan twee, drie aan drie enz. genomen (de dag dat niet werd verhit buiten gesloten), en daarvan uitgegaan, dat de ontledingssnelheid in een rechte reden staat tot het gehalte van het mengsel aan ozon, dan komt men tot het volgende:

	Gevonden.	Berekend.	Verschil.
19 + 13,3	= 32,3		
11,7 + 6,8	= 18,5	18,2	0,3
19 + 13,3 + 11,7	= 44		
6,8 + 5,7 + 4,0	= 16,5	17,4	0,9
19 + 13,3 + 11,7 + 6,8	= 50,8		
5,7 + 4,0 + 3,5 + 2,0	= 15,2	15,4	0,2.

REEKS IV.

Aantal dagen.	Verhit tot	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
—	—	11,5°	159	—
1	50°	12,5	142,8	16,2
2	»	13	129	13,8
3	»	13,8	119,5	9,5
4	»	14	112	7,5
5	»	13	105,5	6,5
6	gewone temp.	11,5	104,5	1,0

Aantal dagen.	Verhit tot	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
7	50°	13,8	100,5	4,0
8	»	14	97,5	3,0
9	»	12,5	93,2	4,0
10	»	10,5	91	2,2
11	»	10	89,8	1,2.

Door de som der verschillen te nemen zooals vroeger, komt men tot het volgende:

	Gevonden.	Berekend.	Verschil.
16,2 + 13,8 = 30,0			
9,5 + 7,5 = 17,0		17,9	0,9
16,2 + 13,8 + 9,5 = 39,5			
7,5 + 6,5 + 4 = 18		17,2	0,8
16,2 + 13,8 + 9,5 + 7,5 = 47			
6,5 + 4 + 3 + 4 = 17,5		17,3	0,2
16,2 + 13,8 + 9,5 + 7,5 + 6,5 = 53,5			
4 + 3 + 4 + 2,2 + 1,2 = 14,4		14,3 *)	0.1.

Voorloopig zal het bestaan der gemelde wet worden aangenomen, op welke later nog bij herhaling zal worden teruggekomen bij de reeksen van waarnemingen, die zullen volgen.

Over de ontledingssnelheid van ozon bij verschillende temperaturen. Om deze te kunnen nagaan, werd het waterbad voorzien van een regulator naar BUNSEN, met aether volgens de wijziging daarin gebracht door Dr. J. L. ANDREAE. Zoowel bij 50° als bij 30° bleef de temp. genoegzaam constant (bij 30° moest daartoe het gaskomfoor worden bedekt met een stuk plaatijzer).

Bij wijze van inleiding, zullen in het volgende de eerste waarnemingen, in deze richting gedaan, worden medegedeeld. De verdeeling 84,5 van den manometer komt overeen met een gehalte aan ozon = 0.

---

*) Als voorbeeld der gevolgde wijze van berekenen wordt nog deze waarde gegeven: $159-84{,}5 : 104{,}5-84{,}5 = 53{,}5 : x$, $x = 14{,}3$.

Verhit.	Temp. van het water.	Stand van den man.
1. —	7,5°	152
tot 50°	11	137,2
2. —	12	157
tot 50° en 9 uur bij 50°	14	118
1. —	11°	155
tot 30°	11,4	150,2
2. —	12,2	155
tot 30° en 9 uur bij 30°	13,8	146,2.

Uit deze waarnemingen volgt, dat langer dient verwarmd te worden bij 30°. Verhit gedurende 24 uur bij 30° was de uitkomst deze:

Verhit	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
—	11,8°	160	
tot 30° en 24 uur bij 30°	9,2	141	19.

Ter vergelijking moeten deze gegevens worden herleid tot eenzelfde gehalte aan ozon; nemen wij daartoe dat, overeenkomende met de verdeeling 160, dus met een ozongehalte overeenstemmende met 160—84,5 = 75,5 verd.

In dit geval heeft men:

Verhit.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	160	
tot 50°	143,5	16,5
2. —	160	
tot 50° en 9 uur bij 50°	119,5	40,5
1. —	160	
tot 30°	154,9	5,1
2. —	160	
tot 30° en 9 uur bij 30°	151,7	8,3
3. —	160	
tot 30° en 24 uur bij 30°	141	19.

Deze verschillen zouden de betrekkelijke hoeveelheden ozon kunnen leeren kennen, in maat onder gemelde omstandigheden ontleed. Het is evenwel duidelijk, dat, om een voorbeeld te nemen, het verschil tusschen 8,3 en 5,1 (8,3—5,1 = 3,2) daartoe te klein is, want de toestel vereischt ter afkoeling vele uren en het gehalte aan ozon is betrekkelijk grooter ingeval verhit is tot een bepaalde temperatuur, dan wanneer tevens bij die temperatuur vele uren is verwarmd. Evenmin zou het leiden tot doeltreffende uitkomsten, om bijv. het verschil te nemen van 40,5 en 8,3 (40,5—8,3 = 32,2), want het verhitten tot twee verschillende temp., zoowel als het afkoelen na verwarming, geschiedt onder verschillende omstandigheden. De hoeveelheid ozon, die wordt ontleed, moet daarenboven betrekkelijk groot wezen, zal de uitkomst eenigermate vertrouwen verdienen, niet het geval bijv. met de waarden 5,1 en 8,3. Men heeft dus uitgezien naar een andere methode, en wel de volgende gekozen.

Grondbeginsel der gevolgde methode. Bij den aanvang der proef wordt het bad zoo snel mogelijk gevuld met water van de vereischte temperatuur, en bij het einde der proef met water eener temp. als die vóór de proef. Daar het waterbad een inhoud heeft van ongeveer 13 liters, is gemakkelijk in te zien, dat het nog al bezwaar in heeft, om deze bewerking spoedig te doen geschieden. Ongeveer vijf minuten worden daartoe vereischt.

De methode nader omschreven. Het bad aanvankelijk gevuld met water, wordt gedeeltelijk geledigd met een hevel; daarna het effluve-gedeelte der buis omgeven met een koperen omhulsel, bekleed met linnen (bevochtigd met verdund zwavelzuur), en de buis gedeeltelijk gevuld met ozon volgens de bekende wijze, waarna het bad met water wordt gevuld, en van boven voorzien van twee halfronde dikke glasplaten. Den volgenden dag wordt de manometer afgelezen. Het glazen vat wordt dan gedeeltelijk geleegd, aangevuld met warm water tot de verlangde temp., en ten slotte de toestel verhit gedurende een bepaalden tijd. Is deze geëindigd, dan wordt het vat geledigd en het warme

water verwisseld voor koud water. De manometer wordt den volgenden dag afgelezen.

Reeks I.

Verhit.	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	10°	162,8	
24 uur bij 30°	12	147	15,8
3. —	12	158	
24 uur bij 50°	11,5	106	52

Herleidende tot de verdeeling 160, dus tot een betrekkelijk gehalte aan ozon overeenkomende met 160 — 84,5 = 75,5 verd., heeft men:

Reeks I.

Verhit.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	160	
24 uur bij 50°	144,7	15,3
2. —	160	
24 uur bij 30°	106,6	53,4.

In de proef bij 50° was betrekkelijk weinig ozon overgebleven, en de gevonden waarde van de hoeveelheid ozon ontleed, zal dus wat te laag kunnen zijn. Ook was het verschil in ozongehalte der twee bepalingen bij het einde betrekkelijk groot, terwijl eerst vele uren na de proef werd afgelezen (zooals vroeger); niet onwaarschijnlijk is daardoor de waarde 15,3 wat te groot. Het bleek daarenboven, dat, na ontleding van het ozon door langdurig verhitten, de stand van den manometer merkbaar afweek van den oorspronkelijken stand (84,5), zoodat het raadzaam schijnt bij 50° betrekkelijk korten tijd te verwarmen.

De volgende bepalingen werden gedaan met een anderen toestel op gelijke wijze ingericht; met dit verschil, dat de manometer was vervaardigd van dezelfde glassoort als de buis met effluve-inrichting (terwijl de manometer vrij hing in

de buis onder de effluve-inrichting). Men liet nu ongeveer eenzelfde hoeveelheid ozon ontleden bij 30° en 50°; de manometer werd als vroeger den volgenden dag afgelezen. De verdeeling 50° komt overeen met een ozongehalte = 0.

Reeks II.

Verhit.	Temp. van het water.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	12,2°	130,5	
6 uur bij 50°	14,5	105,9	24,6
2. —	15,5	128,5	
48 uur bij 30°	16,5	101	27,5.

Door een eenvoudige toepassing van meergenoemde wet werd berekend de hoeveelheid ozon ontleed in 24 uur:

Reeks II.

Verhit.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	130,5	
24 uur bij 50°	68,9	61,6
2. —	128,5	
24 uur bij 30°	113,3	15,2.

Herleid tot eenzelfde gehalte aan ozon heeft men:

Reeks II.

Verhit.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	130	
24 uur bij 30°	114,6	15,4
2. —	130	
24 uur bij 50°	68,7	61,3.

Herleid op den vorigen manometer en het ozongehalte in Reeks I worden deze waarden:

Reeks II.

Verhit.	Stand van den man.	Verschil.
1. —	125,5	
24 uur bij 30°	111,0	14,5
2. —	125,5	
24 uur bij 50°	67,7	57,8.

Deze getallen drukken uit, zooals bekend, de betrekkelijke hoeveelheid ozon in *maat* ontleed, en derhalve tevens in *moleculen*.

Uit het medegedeelde is gemakkelijk op te maken, dat de snelheid der moleculen als zoodanig betrekkelijk weinig invloed uitoefent op de ontledingssnelheid van ozon, maar de toestand van dislocatie dezer moleculen, die bij verhooging in temperatuur tot een zekere grens toeneemt, de ontledingssnelheid vooral bepaalt.

Door nieuwe reeksen van bepalingen hoopt men het materiaal te kunnen verzamelen, noodig ter behandeling van het theoretisch gedeelte van het onderwerp.

Utrecht, 24 April 1885.

OVER VERBAND

TUSSCHEN

SCHEIKUNDIG KARAKTER EN SOORTELIJK DRAAIINGSVERMOGEN.

DOOR

A. C. OUDEMANS Jr.

Voor eenige jaren *) ben ik bij het onderzoek naar den invloed van verschillende zuren op het soortelijk draaiingsvermogen der kina-alkaloïden tot de overtuiging gekomen, dat deze invloed door eenige zeer eenvoudige wetten wordt bepaald, die met de volgende woorden kunnen worden uitgedrukt:

1°. *Eenzurige* alkaloïden, in den vorm van zouten onder gelijke omstandigheden van concentratie in waterige oplossing gebracht, vertoonen hetzelfde S. D. V., onverschillig aan welk zuur zij gebonden zijn. Eene overmaat van zuur, mits niet ten gevolge van zeer groote overmaat door wateronttrekking storend, heeft daarop geen merkbaren invloed.

2°. *Tweezurige* alkaloïden vertoonen in den vorm van neutraal zout een *ander* en *hooger* S. D. V. dan in den vorm van basisch zout. Het S. D. V. dezer alkaloïden is onder

*) Natuurkundige Verhandelingen van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Deel XVI. *Verslagen en Mededeelingen* der K. A. v. W. te Amsterdam, 2de Serie, T. 12, p. 257 en T. 14, p. 360. *Archives Néerlandaises* X, 193 en XV, 155. *Ann. der Chem. u. Pharm.*, **183**, 33; **197**, 48; **209**, 38. *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, I, p. 18. 11.

den invloed van *sterke* zuren, nagenoeg gelijk bij elke reeks van zouten, maar merkbaar geringer, wanneer zij vooral in neutrale zouten, aan zwakke, in het bizonder aan organische zuren zijn gebonden. Overmaat van zuur, aan de neutrale zouten toegevoegd, heeft hier wel degelijk een gewichtigen invloed; daardoor toch wordt allengs een maximum van S. D. V. bereikt, dat zoowel voor zwakke als sterke zuren nagenoeg hetzelfde is.

De verklaring van deze laatste verschijnselen meende ik te vinden in den ontledenden invloed van het water; naarmate de hoeveelheid daarvan afwisselt en naar gelang van den aard van het zout, moesten, mijns inziens, verschillende hoeveelheden neutraal zout, onder afscheiding van zuur en vorming van een basisch zout met lager S. D. V., worden ontleed.

Dat toevoeging van vrij zuur deze ontleding tegen moet gaan en dus het S. D. V. gaande weg moet doen stijgen, meende ik in overeenstemming met hetgeen ons omtrent dissociatie van zouten in oplossing bekend is, te mogen aannemen.

Terwijl van de eenzurige bases aanvankelijk slechts die uit de kinabasten (kinamine en konkinamine) werden onderzocht, verrichtte later H. Tykoziner *) onder mijne leiding dergelijk onderzoek met brucine, strychnine, morphine en codeïne en verkreeg hij daarbij weder juist dezelfde uitkomsten.

Ik stelde mij nu de vraag voor, of dezelfde regels, die op alkaloïden van toepassing waren, ook voor optisch actieve zuren golden. Ten deele is deze vraag reeds min of meer beantwoord door de uitkomsten van Landolt omtrent het S. D. V. der tartraten en van enkele camphoraten en door die van Hoppe Seyler ten aanzien van een paar cholzure zouten; maar het aantal verbindingen, die in dit opzicht waren bestudeerd, was betrekkelijk gering, zoodat het mij

*) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, T. I, p. 144.

wenschelijk scheen, het onderzoek over nog andere optisch actieve stoffen uit te strekken.

Intusschen wordt een dergelijke arbeid door velerlei omstandigheden bemoeilijkt. Vooreerst zijn er weinig optisch actieve organische zuren in genoegzame hoeveelheid of in voldoenden staat van zuiverheid te verkrijgen, om daarmede uitgebreide onderzoekingen te doen. Van sommige is het S. D. V. te gering, om het verschijnsel nauwkeurig genoeg te kunnen nagaan. Vele zuren vormen slechts met enkele bases in water oplosbare zouten of hebben geen scherp begrensd scheikundig karakter.

Toch heb ik een aanvang gemaakt met het onderzoek van *podocarpinezuur* en van *kinazuur*, verbindingen die, zooals bekend is, zich als *éénbasisch* gedragen.

Alvorens tot de mededeeling van de verkregene uitkomsten over te gaan, moet ik nog opmerkzaam maken op het zonderlinge feit, dat het vraagstuk, waarmede ik mij thans bezig houd, al is het dan ook niet geheel onopgelost gebleven, nooit duidelijk in zijne wezenlijke beteekenis is erkend. In de verhandeling van LANDOLT omtrent het S. D. V. van wijnsteenzuur en de tartraten wordt wel gehandeld over de eenvoudige verhoudingen, die hij tusschen het S. D. V. van het zuur en zijne beide reeksen van zouten meende te vinden; maar dat er een bepaald verband bestaat tusschen de basiciteit van het zuur en zijn S. D. V., zooals het zich in zijne zouten vertoont, wordt niet vermeld. Evenmin is dit het geval met de verhandeling van HOPPE SEYLER, waarin overigens het verband tusschen S. D. V. en chemische constitutie veel verder wordt uitgestrekt, dan in mijne bedoeling ligt.

De onderzoekingen omtrent het S. D. V. zijn verricht met den polaristrobometer; de verkregen uitkomsten hebben dus betrekking op de gele natriumlijn D.

Het uit waterige oplossing gekristalliseerde kinazuur bevat één molecule kristalwater, dat eerst bij verhitting op 150° C. ontwijkt. Bij het berekenen van het S. D. V. der molecule $C_7 H_{12} O_6$ dient daarop natuurlijk te worden gelet.

De proeven, dienende om den invloed van verschillende

hoeveelheden alkali na te gaan, werden zoodanig uitgevoerd, dat de afgewogene hoeveelheid zuur eerst in weinig water werd opgelost, daaraan de gewenschte hoeveelheid basis werd toegevoegd en nu de vloeistof tot een bepaald volumen werd gebracht. De invloed der alkalische aarden en metaaloxyden werd afgeleid uit proeven, met de gekristalliseerde kinaten dezer bases genomen.

Overigens heb ik ten aanzien van de gevolgde methode naar mijne vroegere onderzoekingen te verwijzen en ga ik thans tot het mededeelen der verkregene uitkomsten over.

Podocarpinezuur met kali.

Mol. KOH op 1 mol. $C_{17}H_{22}O_3$	p	l	v	t	α gevonden.	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{21}KO_3$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{22}O_3$
1	0.3760 Gr.	302.8 mM.	22 C.C.	19° C.	6°57′		
"	" "	" "	" "	" "	6°58′ 6°57′	+ 117°.9	+ 134°.3
"	" "	" "	" "	" "	6°57′		
6	0.3756 "	" "	" "	" "	6°59′		
"	" "	" "	" "	" "	7° 9′ 6°59′	+ 118°.5	+ 135°.1
"	" "	" "	" "	" "	6°58′		

Podocarpinezuur met Natron.

Mol. NaOH op 1 mol. $C_{17}H_{22}O_3$	p	l	v	t	α gevonden.	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{21}NaO_3$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{22}O_3$
1	0.3717 Gr.	302.8 mM.	22 C.C.	19° C.	6°50′		
"	" "	" "	" "	" "	6°50′ 6°50′	+ 123°.4	+ 133°.3
"	" "	" "	" "	" "	6°51′		
6	0.3754 "	" "	" "	" "	6°56′		
"	" "	" "	" "	" "	6°57′ 6°57′	+ 124°.4	+ 134°.4
"	" "	" "	" "	" "	6°57′		

Podocarpinezuur met ammonia.

Mol. NH_3 op 1 mol. $C_{17}H_{22}O_3$	p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{21}(NH)_4O_3$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{17}H_{22}O_3$
1	0.3741 Gr.	302.8 mM.	22 C.C.	19° C.	6°50′			
"	" "	" "	" "	" "	6°51′	6°51′	+ 153°.0	+ 130°.0
"	" "	" "	" "	" "	6°52′			
6	0.3761 "	" "	" "	" "	6°58′			
"	" "	" "	" "	" "	6°58′	6°58′	+ 126°.5	+ 134°.2
"	" "	" "	" "	" "	6°58′			

Kinazuur.

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ gevonden op $C_7H_{12}O_6 + H_2O$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{12}O_6$
0.3136 Gr.	303.8 mM.	20 C.C.	16° C.	1°58′5			
" "	" "	" "	" "	1°58′5			
" "	" "	" "	" "	1°58′5	1°59′	— 41°.6	— 45°.5
" "	" "	" "	" "	2° 0′			
" "	" "	" "	" "	2° 0′			
0.3190 "	" "	" "	" "	2° 0′			
" "	" "	" "	" "	2° 1′	2° 1′	— 41°.6	— 45°.5
" "	" "	" "	" "	2° 3′			
0.6526 "	" "	" "	" "	4° 8′5			
" "	" "	" "	" "	4° 6′5	4° 8′	— 41°.7	— 45°.6
" "	" "	" "	" "	4° 8′			
0.6878 "	" "	22 "	" "	4° 3′5			
" "	" "	" "	" "	4° 5′	5° 4′	— 42°.8	— 46°.7
1.2316 "	" "	20 "	" "	8° 0′			
" "	" "	" "	" "	8° 0′	8° 0′	— 42°.8	— 46°.7
2.5414 "	" "	" "	" "	15° 1′			
" "	" "	" "	" "	15° 1′	15° 1′	— 42°.8	— 46°.7

Kinazuur met Kali.

Mol. KOH op 1 mol. $C_7H_{12}O_6$	p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{11}KO_6$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{12}O_6$
1	0.5782 Gr.	303.8 mM.	22 C.C.	16° C.	3°33′	3°33′	— 40°.6	— 48°.6
"	" "	" "	" "	" "	3°33′.5			
2	0.5754 "	" "	" "	" "	3°34′	3°33′	— 40°.6	— 48°.8
"	" "	" "	" "	" "	3°32′			
3	0.5765 "	" "	" "	" "	3°31′	3°33′	— 40°.7	— 48°.9
"	" "	" "	" "	" "	3°33′			
"	" "	" "	" "	" "	3°34′			
"	" "	" "	" "	" "	3°33′			
3	1.1748 "	" "	" "	" "	7°22′	7°22′.5	— 41°.6	— 49°.9
"	" "	" "	" "	" "	7°23′			
3	1.9700 "	" "	" "	" "	11°10′	11°12′	— 41°.5	— 49°.7
"	" "	" "	" "	" "	11°13′			
"	" "	" "	" "	" "	11′12′			

Kinazuur met Natron.

Mol. Na OH op 1 mol. $C_7H_{12}O_6$	p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{11}KaO_6$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{12}O_6$
I	0.5752 Gr.	303.8 mM.	22 C.C.	16° C.	3°31′	3°33′	— 42°.9	— 48°.9
"	" "	" "	" "	" "	3°33′			
"	" "	" "	" "	" "	3°34′			
2	0.5778 "	" "	" "	" "	3°34′.5	3°33′	— 43°.7	— 48°.7
"	" "	" "	" "	" "	3°36′			
"	" "	" "	" "	" "	3°32′			
"	" "	" "	" "	" "	3°31′			
3	0.5771 "	" "	" "	" "	3°34′.5	3°45′.0	— 44°.0	— 49°.0
"	" "	" "	" "	" "	3°34′.0			
"	" "	" "	" "	" "	3°33′			
"	" "	" "	" "	" "	3°35′			
3	1.5458 "	" "	" "	" "	9°36′	9°36′	— 41°.3	— 49°.3
"	" "	" "	" "	" "	9 34′			
"	" "	" "	" "	" "	9 37′			

Kinazuur met Ammonia.

Mol. NH_3 op 1 mol. $C_7H_{12}O_6$	p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{11}(NH_4)O_6$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{12}O_6$
1	0.5757 Gr.	303.8 mM.	22 C.C.	16° C.	3°28′5	3°29′	— 44°.0	— 47°.9
"	" "	" "	" "	" "	3°29′			
2	0.5718 "	" "	" "	" "	3°31′5			
"	" "	" "	" "	" "	3°28′			
"	" "	" "	" "	" "	3°26′	3°28′5	— 44°.3	— 48°.2
"	" "	" "	" "	" "	3°28′			
"	" "	" "	" "	" "	3°28′5			
3	0.5754 "	" "	" "	" "	3°34′5			
"	" "	" "	" "	" "	3°32′			
"	" "	" "	" "	" "	3°31′	3°32′5	— 44°.9	— 48°.9
"	" "	" "	" "	" "	3°31′			
"	" "	" "	" "	" "	3°32′5			
3	1.7694 "	302.8 "	" "	" "	10°46′			
"	" "	" "	" "	" "	10°44′	10°45′	— 44°.1	— 48°.0
"	" "	" "	" "	" "	10°45′			

Baryumkinaat.

$(C_7H_{11}O_6)_2Ba + 6H_2O$.

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $(C_7H_{11}O_6)_2.Ba$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7H_{12}O_6$
1.4899 Gr.	303.8 mM.	20 C.C.	17° C.	6°27′			
" "	" "	" "	" "	6°28′	6°28′	— 34°.6	— 46°.8
" "	" "	" "	" "	6°29′			
3.5938 "	" "	" "	" "	15°54′	15°53′5	— 35°.2	— 47°.5
" "	" "	" "	" "	15°53′			
4.9385 "	" "	" "	" "	22°12′			
" "	" "	" "	" "	22°12′	22°12′	— 35°.8	— 48°.3

Strontiumkinaat

$(C_7 H_{12} O_6)_2 Sr + 10 H_2 O.$

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $(C_7 H_{11} O_6)_2 Sr.$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7 H_{12} O_6$
0.7394 Gr.	303.8 mM.	22 C.C.	16° C.	2°47′			
" "	" "	" "	" "	2°49′	2°46′5	— 37°.9	— 46°.2
" "	" "	" "	" "	2°49′5			
1.0281 "	" "	19 "	" "	4°44′			
" "	" "	" "	" "	4°44′	4°44′	— 39°.8	— 48°.7
2.1295 "	" "	" "	" "	10°14′			
" "	" "	" "	" "	10°15′	10°14′	— 40°.3	— 49°.2
" "	" "	" "	" "	10°14′			

Calciumkinaat

$(C_7 H_{11} O_6)_2 Ca + 10 H_2 O.$

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $(C_7 H_{11} O_6)_2 Ca$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7 H_{12} O_6$
0.4763 Gr.	303.8 mM.	20 C.C.	17° C.	2°13′			
" "	" "	" "	" "	2°14′	2°14′	— 44°.0	— 48°.4
" "	" "	" "	" "	2°14′			
0.9587 "	" "	22 "	" "	4° 9′			
" "	" "	" "	" "	4° 6′	4° 7′	— 44°.3	— 48°.7
" "	" "	" "	" "	4° 6′			
1.1078 "	" "	" "	" "	4°43′			
" "	" "	" "	" "	4°43′	4°43′	— 44°.0	— 48°.3
" "	" "	" "	" "	4°43′			
2.6350 "	" "	" "	" "	11°49′			
" "	" "	" "	" "	11°49′	11°49′	— 46°.4	— 51°.0
3.7440 "	" "	" "	" "	17° 8′5			
" "	" "	" "	" "	17°12′	17°10′5	— 47°.3	— 52°.2
" "	" "	" "	" "	17°11′			

Magnesiumkinaat

$(C_7 H_{11} O_6)_2 Mg + 6 H_2 O.$

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $(C_7 H_{11} O_6)_2 Mg$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7 H_{12} O_6$
0.9314 Gr.	303.8 mM.	22 C.C.	17° C.	4°37′			
" "	" "	" "	" "	4°34′	4°36′	— 45°.3	— 47°.9
" "	" "	" "	" "	4°37′			
1.6850 "	" "	20 "	" "	9°30′5			
" "	" "	" "	" "	9°31′5	9°31′	— 47°.1	— 49°.8
3.4714 "	" "	" "	" "	20° 3′			
" "	" "	" "	" "	20° 2′	20° 2′5	— 48°.1	— 50°.9

Zinkkinaat

$(C_7 H_{11} O_6)_2 . Zn.$

p	l	v	t	α gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $(C_7 H_{11} O_6)_2 Hg$	$(\alpha)_D$ berekend op $C_7 H_{12} O_6$
0.4656 Gr.	303.8 mM.	20 C.C.	17° C.	3° 2′			
" "	" "	" "	" "	3° 1′5	3° 2′	— 42°.9	— 49°.9
" "	" "	" "	" "	3° 2′			
0.8350 "	" "	22 "	" "	5° 7′			
" "	" "	" "	" "	5° 9′	5° 9′	— 44°.7	— 52°.0
" "	" "	" "	" "	5° 9′5			
0.8438 "	" "	" "	" "	5°18′			
" "	" "	" "	" "	5°19′	5°19′	— 45°.6	— 53°.3
" "	" "	" "	" "	5°20′			
1.3336 "	" "	20 "	" "	9°28′			
" "	" "	" "	" "	9°28′	9°28′	— 46°.9	— 54°.6

Vatten wij de verkregene uitkomsten samen, dan blijkt;
1°. *Dat in waterige oplossingen van geringe concentratie het*

podocarpinezuur en het kinazuur, in den vorm van verschillende zouten, nagenoeg hetzelfde S. D. V. vertoonen of, zooals andere scheikundigen gewoon zijn het uit te drukken:

dat het moleculaire draaiingsvermogen der onderscheidene podocarpaten en kinaten onder gelijke omstandigheden van concentratie nagenoeg even groot is *).

Dit verschijnsel komt dus overeen met dat, hetwelk bij onderzoek van den invloed van zuren op éénzurige alkaloïden door mij is verkregen.

De volgende tabellen zullen dit nader kunnen toelichten. In de eerste vinden wij het S. D. V. van podocarpinezuur, zooals het zich in verdunde oplossingen der alcalizouten voordoet; in de tweede die voor kinazuur, in den vorm van verschillende zouten en wel voor eene concentratie, die ongeveer overeenkomt met 3 moleculen (in milligrammen uitgedrukt) op 22 C. C. vocht, ($2\frac{1}{2}$ pCt. kinazuur)

S. D. V. van podocarpinezuur

In	den	vorm	van	kaliumzout	+ 134°.3
»	»	»	»	natriumzout	+ 133°.3
»	»	»	»	ammoniumzout	+ 133°.0

S. D. V. van kinazuur
(als $C_7H_{12}O_6$ berekend)

In	den	vorm	van	kaliumkinaat	— 48°.8
»	»	»	»	natriumkinaat	— 48°.9
»	»	»	»	ammoniumkinaat	— 47°.9
»	»	»	»	baryumkinaat	— 46°.6
»	»	»	»	strontiumkinaat	— 48°.7
»	»	»	»	calciumkinaat	— 48°.7
»	»	»	»	magnesiumkinaat	— 47°.8
»	»	»	»	zinkkinaat	— 51°.0

*) Ik heb de uitdrukking *moleculair draaiingsvermogen* overigens met voordacht vermeden, omdat ik meen, dat de voorstelling, die ik van de onderzochte verschijnselen geef, duidelijker is, dan die welke door het begrip van M. D. V. wordt verkregen. Buitendien brengt de vergelijking der numerische waarden meer bezwaar met zich mede.

Neemt men het gemiddelde uit deze waarden, dan verkrijgt men — 48.5 en men ziet:

1°. *dat de afwijkingen tusschen de verkregene waarden en dit midden over het geheel vrij gering zijn;* alleen het baryum- en het zinkzout wijken er eenigszins sterk van af. Hoogst waarschijnlijk zijn deze afwijkingen het gevolg van storende invloeden van allerlei aard, als bijv. van den invloed der concentratie, waarnemingsfouten, onzuiverheden van de gebezigde zouten, enz. Het S. D. V. van het magnesiumzout is waarschijnlijk iets te laag gevonden; dit zout vertoonde, vermoedelijk ten gevolge van onreinheden van het zuur uit den handel, sterke neiging om zich roodachtig te kleuren. Van het ammoniumkinaat is het opgegeven cijfer, afgeleid uit de eerste waarneming, wellicht insgelijks te klein; wij zien dat bij overmaat van ammonia eene eenigszins hoogere waarde werd verkregen, en dit brengt op het vermoeden, dat het volkomen neutrale zout eene geringe dissociatie bij de oplossing in water ondergaat. Het cijfer, verkregen bij toevoeging van $3\,NH_3$ aan $1\,C_7H_{12}O_6$, komt juist overeen met hetgeen bij kali en natron was gevonden.

2°. *Dat (overeenkomstig met hetgeen vroeger omtrent den invloed van overmaat van zuur op éénzurige alkaloïden is gevonden) overmaat van basis (kali, natron, ammoniak) aan de overeenkomstige podocarpaten en kinaten toegevoegd, het S. D. V. niet of nauwelijks merkbaar wijzigt.*

3°. *Dat de invloed der concentratie zich in zeer verschillende mate bij de onderscheidene kinaten doet gevoelen; (zeer weinig bij die der alcalimetalen, betrekkelijk sterk bij de kinaten van de alcalische-aardmetalen en het zink)* voorts *dat aan eene grootere concentratie over het geheel een grooter S. D. V. beantwoordt.*

Alvorens verder te gaan zij het mij veroorloofd, te antwoorden op eenige bedenkingen, welke wellicht bij dezen en genen naar aanleiding van de door mij gedane onderzoekingen kunnen opkomen.

LANDOLT *) heeft door een uitvoerig en zeer verdienstelijk onderzoek omtrent den invloed van verschillende oplosmiddelen op het S. D. V. van links- en rechtsdraaiende terpentijnolie, nicotine en aethyltartraat aangetoond, dat het eigenlijk S. D. V. van eene actieve stof wordt voorgesteld door de waarde, die deze in geïsoleerden toestand vertoont en dat men bij vergelijking van verschillende actieve lichamen ten aanzien van het S. D. V. alleen van deze waarden mag uitgaan, die trouwens ook berekend kunnen worden uit 2 of 3 verschillende oplossingen van ééne zelfde stof in hetzelfde oplosmiddel.

Het mag nu verwondering baren, dat ik, ofschoon met de uitkomsten van LANDOLT bekend, *toch* meen, aan de door mij verkregen resultaten bij onderzoek van zeer verdunde oplossingen eenige waarde te mogen hechten. Ten aanzien van dit punt meen ik, de volgende opmerking te mogen maken:

1°. In de eerste plaats hebben mijne onderzoekingen betrekking op ééne enkele stof, welke door onderscheidene inactieve stoffen ten aanzien van het S. D. V. zou kunnen worden aangedaan. Dit geval is dus eenigszins anders dan dat, waarop de onderzoekingen van LANDOLT betrekking hebben.

2°. Neemt men aan de eene zijde met LANDOLT aan, dat de eigenlijke beteekenis van het S. D. V. eener actieve stof slechts toekomt aan die waarde, welke bij het onderzoek daarvan in geïsoleerden toestand wordt gevonden — aan den anderen kant is men niet gerechtigd, de waarde te ontkennen van de voorstellingswijze, door TH. THOMSEN bij zijne beschouwingen omtrent multiple draaiingsvermogens gegeven en waarbij tegenover den éénen grenstoestand (oneindig veel stof + 0 oplosmiddel) eene andere wordt gesteld (oneindig veel oplosmiddel + 0 stof), die bij onderzoekingen als de onderwerpelijke *eveneens* in aanmerking komt.

---

*) Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen Braunschweig. F. VIEWEG in Lahn. 1879.

Zonder nu met THOMSEN te willen medegaan, waar hij tusschen de S. D. V. van actieve stoffen in opgelosten toestand zekere eenvoudige verhoudingen meent te vinden, ben ik toch van oordeel, dat de grondslag, waarvan hij uitgaat, vast genoeg is, om er op voort te bouwen.

Bij mijn onderzoek omtrent het S. D. V. van kinamine en conchinamine, in den vorm van verschillende zouten en wel in zeer verdunde oplossingen, verkreeg ik cijfers, welke zoo weinig verschilden, dat aan een spel van het toeval niet kon worden gedacht en dat ik mij wel *genoodzaakt* vond, te erkennen, dat het onderzoek van verdunde oplossingen het bestaan van bepaalde wetten ten aanzien van het S. D. V. zou kunnen onthullen. En hoe meer het onderzoek in deze richting zich uitstrekte, hoe meer ik *wel* bevestiging maar *geen* tegenspraak van de waargenomenen regelmaat aantrof. Ik acht mij dus genoegzaam gerechtvaardigd, zoo ik op den ingeslagen weg voortga.

Ik ga er nu toe over, door anderen gedane waarnemingen hier in verband met de door mij geopperde theorie te vermelden.

HOPPE-SEYLER *) vond voor verdunde oplossingen van cholzuur kalium en natrium de volgende cijfers:

Naam der stof.	Gewicht aan zout op 100 C.C. der oplossing.	$(\alpha)_D$ gevonden.	$(\alpha)_D$ berekend op het zout.	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{20}H_{40}O_5$
Cholzuur kalium $C_{24}H_{39}O_5.K$	6.0044 Gr.	$+6°.8$	$+28°.2$	$+31°.0$
Cholzuur natrium $C_{24}H_{39}O_5.Na$	9.0244 "	$+9°.9$	$+27°.4$	$+28°.6$

*) J. f. p. C. 89, p. 269 en 272.

Toevoeging van kali verminderde (waarschijnlijk tengevolge van wateronttrekking) in sterke mate het S. D. V.

Omtrent enkele zouten van het tweebasische rechts draaiende kamferzuur vinden wij de volgende opgaven van LANDOLT *).

Naam der stof.	Gewicht van het zout op 100 C.C. der oplossing.	$(\alpha)_D$ gevonden en op het zout berekend.	$(\alpha)_D$ berekend op $C_{10} H_{16} O_4$
Kaliumcamphoraat ($C_{10} H_{14} K_2 O_4$)	4	+ 14°.53	+ 20°.1
Natriumcamphoraat ($C_{10} H_{14} Na_2 O_4$)	4	+ 16°.58	+ 20°.6
Ammoniumcamphoraat ($C_{10} H_{14} (NH_4)_2 O_4$)	4	+ 17°.60	+ 19°.6

Omtrent het S. D. V. van zure camphoraten heb ik geene opgaven gevonden. Intusschen ware het wenschelijk, daaromtrent gegevens te bezitten; het zure ammoniumzout is in elk geval zeer oplosbaar en zou voor eene nauwkeurige bepaling van het draaiingsvermogen geschikt zijn.

Eindelijk vermeld ik hier de door LANDOLT †) gedane waarnemingen omtrent het S. D. V. van verschillende tartraten in verdunde oplossingen, meestal overeenkomende met 7.69 Gr. wijnsteenzuur op 100 C.C.

*) H. LANDOLT, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen, p. 225.

†) *Ber. d. D. Chem. Gesellsch.* VI. 1073 en verv.

$T = 20^0$ C.

	Formule van het zout.	$(\alpha)_D$ berekend op watervrij zout.	$(\alpha)_D$ berekend op $C_4 H_6 O_6$
Zure zouten.	$C_4 H_5 Li O_6$	+ $27^0.4$	+ $28^0.5$
	$C_4 H_5 (NH_4) O_6$	$25^0.7$	$28^0.5$
	$C_4 H_5 Na O_6$	$24^0.0$	$27^0.5$
	$C_4 H_5 K O_6$	$22^0.6$	$28^0.3$
	$C_4 H_5 (As O) O_6$	$16^0.9$	$27^0.1$
Neutrale zouten.	$C_4 H_4 Li_2 O_6$	+ $35^0.8$	+ $38^0.6$
	$C_4 H_4 (Na_4)_2 O_6$	$34^0.3$	$42^0.0$
	$C_4 H_4 (Na_2 O_6$	$30^0.9$	$39^0.9$
	$C_4 H_4 K_2 O_6$	$28^0.5$	$43^0.0$
	$C_4 H_4 Mg O_6$	$35^0.9$	$41^0.2$
	$C_4 H_4 (NH_4) Na O_6$	$32^0.7$	$41^0.2$
	$C_4 H_4 (NH_4) KO_6$	$31^0.1$	$42^0.6$
	$C_4 H_4 Na KO_6$	$29^0.7$	$41^0.6$
	$C_4 H_4 K. (C_2 H_5) O_6$	$29^0.9$	$43^0.1$
	$C_4 H_4 (Ba\frac{1}{2}) (C_2 H_5) O_6$	$25^0.7$	$42^0.0$
	$C_4 H_4 (As O) KO_6$	$21^0.1$	$39^0.2$

Uit vorenstaand overzicht blijkt, dat het tweebasische wijnsteenzuur in den vorm van zure zouten steeds nagenoeg hetzelfde S. D. V. vertoont; hetzelfde is het geval met het zuur, waar het in den vorm van neutrale zouten in opgelosten toestand voorkomt, maar het bedrag der S. D. V. is in beide gevallen zeer verschillend en grooter in de neutrale dan in de zure verbindingen.

Afwijkingen van het gemiddelde in beide reeksen zijn

zonder twijfel aan storende invloeden, vooral aan dien der concentratie, toe te schrijven.

In verband met mijne vroegere onderzoekingen omtrent alkaloïden, wenschte ik nu nog ééne vraag beantwoord te zien, namelijk of overmaat van basis, aan de neutrale zouten toegevoegd, eenigen wijzigenden invloed op het S. D. V. van het wijnsteenzuur uitoefent. Ofschoon dit wel niet te verwachten was, heb ik er mij toch door de proef van willen overtuigen. Het resultaat was echter negatief, zooals men uit het volgende tabelletje zien kan, waarin ik ongeveer dezelfde concentratie heb in acht genomen, als door LANDOLT bij zijne proeven is gekozen, maar waarbij dan veel meer alcali aan het zuur was toegevoegd dan ter volledige verzadiging noodig was.

Gewicht van het gebezigde wijnsteenzuur op 100 C.C.	Moleculen alcali op 1 mol. zuur.	v	l	(α) gevonden.		$(\alpha)_D$ berekend op $C_4H_6O_6$
1.5874	6 KOH	22 C.C.	302.8 mM.	9°13′ 9°13′	9°13′	+ 42°.2
1.5800	6 Na OH	" "	" "	8°44′ 8°46′	8°45′	+ 39°.9
1.5684	6 NH_3	" "	" "	8°54′ 8°54′	8°54′	+ 41°.3
1.4725	20 NH_3	19 "	" "	9 30′		+ 40°.5

De uitkomst van de met wijnsteenzuur gedane onderzoekingen strookt derhalve geheel met hetgeen ik a priori uit mijne theorie meende te mogen afleiden. Vergelijken wij haar evenwel met die, welke ik bij het onderzoek der meerzurige kinabases onder den invloed van zuur in overmaat verkreeg, dan is er een belangrijk verschil. Bij toevoeging van 2 moleculen alcali of daarmede aequivalente basis is het maximum van S. D. V. bereikt, en overmaat daarvan oefent geen merkbaren invloed meer uit. Daarentegen moet men vooral van zwakke organische zuren veel meer dan

2 molec. aan 1 molec. alkaloïde toevoegen om het maximum te bereiken.

Dit verschijnsel evenwel kan ons geene verwondering baren, wanneer wij bedenken, dat de neutrale tartraten in waterige oplossing geene ontleding of dissociatie ondergaan en daarentegen de neutrale zouten van kinine en analoge bases (meestal doorgaande onder den naam van *zure* zouten) door water wel degelijk worden gedissocieerd.

Bij de tartraten zijn er evenwel toch enkele zaken op te merken, die ten zeerste de aandacht verdienen.

1°. In de eerste plaats komt de vraag bij ons op, waarom het vrije zuur zich ten aanzien van het S. D. V. anders voordoet, wanneer het in water is opgelost, dan wanneer het, aan eene of andere basis gebonden, daarin is verdeeld. Uit het oogpunt van sommige scheikundige theorieën, zou men eerder verwachten: òf dat de waterstofverbinding van de analoge atoomgroep zich zou gedragen geheel overeenkomstig met het *kalium*-, *natrium*- of *ammonium*-derivaat van dezelfde reeks, òf dat er trapsgewijze vermeerdering van het S. D. V. zou worden waargenomen, naarmate de affiniteit van zuur tot bases grooter is; en intusschen is hiervan niets te bemerken. Het zuur (de waterstofverbinding) is hier eene eigene *species*, en de zure en neutrale zouten, waarin de waterstof der CO_2H groepen geheel of gedeeltelijk door metalen zijn vervangen, vormen twee andere afzonderlijke klassen.

Hoe het in dit opzicht met het kinazuur gesteld is, is moeilijk uit te maken. Er is een verschil waar te nemen tusschen het S. D. V. van het zuur in vrijen toestand en in den vorm van zouten, maar dit is niet zeer groot en men zou er aan kunnen twijfelen of hier weder niet de invloed der concentratie in het spel is. In elk geval heeft het verschijnsel een veel minder in het oog vallend karakter dan bij het wijnsteenzuur.

2°. Eigenaardig is in de tweede plaats de wijze, waarop zich het radicaal Antimonyl ten aanzien van de wijziging van het S. D. V. gedraagt. Berekent men het S. D. V. van het wijnsteenzuur zooals het zich in den vorm van braak-

wijnsteen voordoet, zoo vindt men + 334, eene waarde die veel grooter is dan die, welke bij het onderzoek van andere neutrale tartraten wordt gevonden. Men zou wellicht geneigd zijn, de oorzaak van dit verschijnsel te zoeken in de samengestelde natuur van het radicaal Sb O of *daarin*, dat Sb O neiging heeft op zich zelf als zuur radicaal te fungeeren, maar van dit denkbeeld komt men spoedig terug, wanneer men ontwaart, dat de verbindingen, die het radicaal As O bevatten, geen groot verschil opleveren met de kalium- of ammonium-verbindingen van het wijnsteenzuur; het schijnt dus iets aan het antimoon bizonder eigens te zijn, wat zich hier doet gelden. Het overeenkomstige antimonyl-ammoniummalaat, door PASTEUR onderzocht *), vertoont dezelfde zonderlinge afwijking van den gewonen regel. Zeker zou het de moeite loonen, den invloed van deze atoomgroep nader te bestudeeren.

Wat de oplossing van neutralen wijnsteenzuren aether in water betreft, LANDOLT heeft aangetoond, dat het S. D. V., op wijnsteenzuur berekend, ligt tusschen dat, hetgeen in den vorm van zure en neutrale zouten wordt waargenomen, en hij schrijft dit aan eene ontleding der verbinding onder den invloed van het water toe. Intusschen zou het van belang zijn, oplossingen van dergelijke aethers in absoluten alcohol en analoge vloeistoffen, die geen ontledenden invloed uitoefenen, te bestudeeren. Hoogstwaarschijnlijk zou men vinden, dat het S. D. V. van het wijnsteenzuur in dergelijke verbindingen onder analoge omstandigheden nagenoeg gelijk was.

Delft, Februari 1885.

---

*) *Ann. de Chimie de Physique*, [3], **31**, 85.

OVER DE DENSITEIT, DEN UITZETTINGS-COËFFICIËNT EN DEN BREKINGSAANWIJZER VAN AETHYLAETHER.

DOOR

A. C. OUDEMANS Jr.

INLEIDING.

Ongeveer achttien jaar zijn er verloopen, sedert ik met het onderzoek, waarvan de uitkomsten hieronder zullen worden medegedeeld, een aanvang maakte. Mijn doel was toen, een vervolg te leveren op de onderzoekingen, welke ik een paar jaar vroeger met mijn vriend HOEK had verricht en waarvan de uitkomsten zijn neêrgelegd in eene kwartoverhandeling, getiteld: *Recherches sur la quantité d'éther continue dans les liquides par* M. HOEK et A. C. OUDEMANS. La Haye, M. NIJHOFF 1864.

Een deel van dat onderzoek had betrekking op de bepaling der brekingsaanwijzers van eenige vloeibare scheikundige verbindingen bij verschillende temperaturen. Hiertoe werden bij voorkeur die lichamen gekozen, waarvan de densiteit en de uitzettings-coëfficient met genoegzame nauwkeurigheid waren bepaald.

Het doel van ons onderzoek was toen voornamelijk om na te gaan, of de vloeistoffen, die wij zouden onderzoeken bij alle temperaturen, gelegen tusschen 10^0 en het kookpunt, een constant brekingsvermogen bezaten, met andere woorden of in verband met de formule van NEWTON $V = \sqrt{\frac{E}{D}}$

de waarde van de uitdrukking $\frac{n^2-1}{d}$, voor de onderzochte vloeistoffen bij zeer uiteenloopende temperaturen, dezelfde was.

De uitkomst van dit onderzoek was negatief, en om de afwijkingen tusschen de berekende en gevondene waarden van dit brekingsvermogen te verklaren, nam HOEK aan, dat bij verhooging van temperatuur lichtether uit de vloeistoffen wordt uitgedreven.

De vloeistoffen, die door ons tusschen 10° en het kookpunt werden onderzocht, waren: de isoamylalcohol, het aethylacetaat, het aethylbenzoaat, het aethyloxalaat en het water.

Onze bepalingen van den brekingsaanwijzer hadden altijd betrekking op de gele natriumstreep D, en bij onze berekeningen bezigden wij steeds de waarden voor de densiteiten, die door PIERRE en KOPP voor de genoemde scheikundige verbindingen zijn gevonden.

Toen ik nu besloot, het met HOEK te zamen ondernomen onderzoek alleen voort te zetten, achtte ik het vooreerst wenschelijk, den brekingsaanwijzer niet enkel voor ééne lichtstraal, maar voor zooveel mogelijk verschillende lichtstralen te bepalen en tevens de juistheid van de gegevens ten aanzien der densiteiten van de te bezigen vloeistoffen door eigen onderzoek te toetsen.

Werkelijk heb ik dit doel ten opzichte van ééne enkele vloeistof, namelijk den aethylaether, bereikt; het bleek mij echter alras, dat het plan, wat ik mij aanvankelijk had gemaakt, een reuzenarbeid zou wezen, te zwaar om door een enkel persoon zonder hulp van anderen te worden ondernomen. Aan het onderzoek van ééne vloeistof werd door mij een ingespannen arbeid van een half jaar gewijd.

Ik moest dus, wilde ik niet te eenzijdig blijven, van het voorgenomen plan afzien; dat ik de verkregene uitkomsten tot nu toe niet in het licht gaf, lag daaraan, dat ik zelf over mijn werk niet tevreden was en het volmaakter had gewenscht.

Thans, na 18 jaar, mag ik mijn arbeid van een ander

standpunt beoordeelen. Ik heb geleerd, mijne eischen lager te stellen en ofschoon ik overtuigd blijf, dat vele leemten en gebreken mijn werk aankleven, geloof ik plichtmatig te handelen, zoo ik de verkregene uitkomsten in haar geheel mededeel.

Uit den aard der zaak kan mijn onderzoek in twee onderdeelen gesplitst worden, waarvan het eene handelt over de bepaling van de densiteit en den uitzettingscoëfficiënt en het andere over de bepaling van den brekingsaanwijzer van aether voor onderscheidene lichtstralen en bij verschillende temperaturen.

I. Over de densiteit en den uitzettingscoëfficiënt van aethylaether.

Bij het onderzoek naar de densiteit van aether heb ik gebruik gemaakt van verschillende zeer eenvoudige toestelletjes, namelijk van vier onderscheidene Gay-Lussac'sche fleschjes, hebbende een inhoud van 17—22 C.C. De vorm van het onderste deel was cilindrisch, de bodem daarvan was afgeplat en boven liep het rond toeloopende fleschje uit in eene nauwe buis, waaraan een klein réservoir was geblazen, dienende om de vloeistof op te nemen, die zich, zoo de densiteitsbepaling op lage temperaturen betrekking had, bij het verwarmen van 't vocht tot den middelbaren warmtegraad van de balans, boven het merk mocht verheffen.

De redenen, die er mij toe geleid hebben, dergelijke werktuigen te verkiezen boven de dilatometers, die door Kopp, Pierre en anderen zijn gebezigd, zijn eensdeels dezelfde, welke mij bij mijn onlangs verricht onderzoek *) omtrent de densiteit van diaethylamine hebben geleid. Anderdeels werd ik van het gebruik van dilatomers en van pyknometers met ingeslepen thermometer als stop afgeschrikt door de

---

*) *Verslagen en Mededeelingen* der Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam, 2e Reeks, Deel XVII,

vrees voor fouten tengevolge van snelle verdamping der te onderzoeken vloeistof.

Opzettelijk genomen proeven overtuigden mij al ras, dat deze vrees niet ongegrond was; eene nauwkeurige weging toch van een zeer fijn afgewerkten GEISSLER'schen pyknometer, met aether gevuld, bleek onmogelijk; bij elke schommeling sloeg de eene arm der balans steeds meer en meer aan de eene zijde door en de reuk van aether was spoedig bemerkbaar.

Maar ook de door mij gebezigde fleschjes van GAY LUSSAC leverden aanvankelijk, ofschoon in mindere mate, dezelfde bezwaren op. Een nauwkeurig ingeslepen glazen stop was niet voldoende, om gedurende het wegen verdamping van aether tegen te gaan en lang heb ik te vergeefs gezocht naar een middel, om aan dit euvel te gemoet te komen.

Ten laatste heb ik mij het best er bij bevonden, om als stop van het fleschje een glazen staafje te bezigen, door een ringetje van caoutchouc omgeven. Sluit men het réservoir daarmede, zoo verdampt er wel aether gedurende het afkoelen of verwarmen tot de temperatuur der omgeving en gedurende de weging, maar zoo dit alles niet te lang duurt, wordt de aether geheel in het caoutchouc vastgelegd. Is het gewicht approximatief door eene voorgaande proef bekend, zoo kan althans de weging bij eene tweede controleproef snel afloopen.

In het algemeen heb ik overigens omtrent de wijze van werken en omtrent de toevallige volumenveranderingen der fleschjes geene bizondere opmerkingen te maken en verwijs ik daaromtrent naar hetgeen in mijne mededeeling over de densiteit van diaethylamine is gezegd. Alleen ten aanzien van de door mij gebezigde thermometers behoort te worden vermeld, dat die, welke bij de eerste vijf reeksen van waarnemingen werden gebruikt, afkomstig waren van Dr. H. GEISSLER te Bonn, in $^1/_5$ graden waren verdeeld en dat daarop gemakkelijk tiende en twintigste deelen van graden konden worden afgelezen. Het nulpunt van deze thermometers werd herhaaldelijk door mij gecontroleerd en de verdere gang van de werktuigen was mij bekend uit eene opgaaf, die

mij indertijd door den Heer Dr. F. W. C. KRECKE na vergelijking met standaardthermometers van het meteorologisch observatorium te Utrecht was verstrekt.

Bij eene in 1881 uitgevoerde reeks bezigde ik denzelfden thermometer van GEISSLER, waarvan ik mij bij mijne bepalingen van de densiteit van diaethylamine heb bediend.

Ten aanzien van den door mij gebezigden aether deel ik mede, dat ik in 1867—1868 steeds de volgende wijze van zuivering heb toegepast.

Gewone aether uit den handel (van verschillende afkomst) werd eerst 15 tot 20 maal met versche hoeveelheden water geschud en daardoor zooveel mogelijk van alcohol en andere vreemde stoffen gezuiverd, voorts van de waterachtige laag afgescheiden en in bijna geheel gevulde flesschen langen tijd met bijtenden kalk in aanraking gelaten. Daarna werd de aether aan gefractioneerde destillatie blootgesteld; het middelste derde deel werd afzonderlijk opgevangen en met natrium eenigen tijd verhit en op nieuw gedestilleerd; van het overkomende product werd het eerste achtste deel ter zijde gesteld en werden alleen de volgende $^5/_8$ gebezigd.

Zooals uit de volgende opgaven blijken zal, is het op die wijze toch zeer moeilijk, geheel zuiveren aether te verkrijgen. Zoodra de vloeistof in aanraking met lucht wordt gedestilleerd, absorbeert zij zuurstof en verandert zij door oxydatie; vandaar dat de densiteiten van verschillende monsters aether, die naar de genomene voorzorgsmaatregelen vrij wel aan elkander gelijk moesten zijn, toch in densiteit niet onaanzienlijk verschilden.

Dit bracht mij er toe, bij mijne laatste in 1881 genomene proeven den zooveel mogelijk gezuiverden aether nogmaals in het luchtledige over natrium te destilleeren en van het overkomende vocht alleen het middelste derde deel te gebruiken.

Dat de geringe verschillen in densiteit, bij eene *bepaalde temperatuur* waargenomen, geen merkbaren invloed zullen uitoefenen op den uitzettingscoëfficiënt der vloeistof of op de variatiën, die de brekingsaanwijzer onder den invloed van temperatuursverhooging ondergaat, zal wel geen betoog be-

hoeven. Ik heb er dan ook geen bezwaar in gezien, aan de densiteiten, bij verschillende temperaturen verkregen, eene constante correctie aan te brengen, waarvan de grootte door zeer nauwkeurige normaalbepalingen bij 0° C. werd vastgesteld. Eveneens heb ik gehandeld met den brekingsaanwijzer.

Ten einde den lezer in staat te stellen over de nauwkeurigheid te oordeelen, die bij het onderzoek van het volumen der fleschjes werd bereikt, deelen wij hier de uitkomst van een der reeksen van waarnemingen mede *).

Fleschje A.

Formule voor het volume: $V = 23.1250$ c.c. $+ 0.0005325t$ (opgemaakt uit de waarnemingen bij $\pm 0°$ en bij $30°.1$, $35°.7$ en $40°.35$).

t	V waargenomen	V berekend	Δ
0°.0 C.	23.1250 C.C.	23.1247 C.C.	+ 0.0003 C.C.
0°.1 »	23.1236 »	23.1248 »	— 0.0012 »
0°.2 »	23.1259 »	23.1248 »	+ 0.0011 »
5°.6 »	23.1286 »	23.1276 »	+ 0.0010 »
7°.7 »	23.1278 »	23.1287 »	— 0.0009 »
13°.3 »	23.1322 »	23.1318 »	+ 0,0004 »
14°.0 »	23.1315 »	23.1322 »	— 0.0007 »
20°.2 »	23.1354 »	23.1354 »	0
24°.6 »	23.1367 »	23.1378 »	— 0.0011 »
30°.1 »	23.1394 »	23.1401 »	— 0.0002 »
35°.7 »	23.1437 »	23.1436 »	+ 0.0001 »
40.35 »	23.1462 »	23.1462 »	0

*) Alle cijfers, die in deze mededeeling worden vermeld, zijn op het luchtledig gereduceerd.

t	d waargenomen	d berekend	Δ
21°.7 »	0.71193	0.71199	— 0.00006
22°.0 »	0.71177	0.71164	+ 0.00013
22°.3 »	0.71122	0.71128	+ 0.00006
32°.6 »	0.69933	0.69923	+ 0.00010
33°.1 »	0.69863	0.69863	0
33°.5 »	0.69853	0.69863	— 0.00010

Uit de formule worden de volgende waarden voor de densiteiten en volumina bij temperaturen tusschen 0° en 35° afgeleid.

t	d	Δ
0° C.	0.73651	
		542
5° »	0.73109	
		559
10° »	0.72550	
		571
15° »	0.71979	
		581
20° »	0.71398	
		586
25° »	0.70812	
		585
30° »	0.70227	
		587
35° »	0.69640	

t	d	Δ
0° C.	1.00000	
		741
5° »	1.00741	
		776
10° »	1.01517	
		805
15° »	1.02322	
		833
20° »	1.03155	
		854
25° »	1.04009	
		870
30° »	1.04879	
		881
35° »	1.05760	

4e Reeks.

Gebruikt Fleschje *B*. Dezelfde aether, die bij de 3e Serie was gebezigd, werd nog eens over natrium gerectifeerd en

aan gefractioneerde destillatie blootgesteld. De eerst overkomende helft werd voor het onderzoek gebruikt.

Formule voor het volumen van den aether:
$V^t = V^0(1 + 0.001483\,t + 0.00000524t - 0.0000000144t^3)$.

t	d gevonden	d berekend	Δ
0° C.	0.73640	0.73645	— 0.00005
0° »	0.73653	0.73645	+ 0.00008
0° »	0.73641	0.73645	— 0.00004
0° »	0.73655	0.73645	+ 0.00010
0° »	0.73636	0.73645	— 0.00009
10°.6 »	0.72475	0.72464	+ 0.00011
10°.7 »	0.72460	0.72452	+ 0.00008
11°.0 »	0.72410	0.72419	— 0.00009
11°.4 »	0.72364	0.72374	— 0.00010
21°.8 »	0.71198	0.71180	+ 0.00018
22°.0 »	0.71144	0.71157	— 0.00013
22°.0 »	0.71152	0.71157	— 0.00005
22°.2 »	0.71122	0.71134	— 0.00012
23°.3 »	0.71133	0.71122	+ 0.00011
32°.6 »	0.69923	0.69911	+ 0.00012
32°.7 »	0.69900	0.69898	+ 0.00002
32°.9 »	0.69861	0.69875	— 0.00014
33°.0 »	0.69849	0.69863	— 0.00014
33°.3 »	0.69842	0.69828	+ 0.00014

Uit de formule worden de volgende waarden voor de densiteiten en volumina bij temperaturen tusschen 0° en 35° afgeleid.

t	d	Δ	t	d	Δ
0° C.	0.73645		0° C.	1.00000	
		550			752
5° »	0.73095		5° »	1.00752	
		556			773
10° »	0.72539		10° »	1.01525	
		565			797
15° »	0.71974		15° »	1.02322	
		572			820
20° »	0.71402		20° »	1.03142	
		578			841
25° »	0.70824		25° »	1.03983	
		583			863
30° »	0.70241		30° »	1.04846	
		596			897
35° »	0.69645		35° »	1.05743	

5e Reeks.

Gebruikt Fleschje *A*. Versche aether na voorafgaande zuivering, even voor het gebruik over natrium gedestilleerd en door gefractioneerde destillatie in 4 gelijke deelen gescheiden. Het eerste vierde werd ter zijde gesteld. Onderstaande bepalingen zijn gedaan met N°. 2. N°. 3 had bij 0° eene densiteit van 0.73680 en N°. 4 van 0.73721.

Formule van het Volumen van den aether:
$V^t = V^0(1 + 0.0015002t + 0.00000392t^2 + 0.00000000113t^3)$
afgeleid uit de waarneminge bij 0°, 11°, 22° en 33° C.

t	d gevonden	d berekend	Δ
0° C.	0.73668	0.73667	+ 0.00001
0° »	0.73651	0.73667	— 0.00016
0° »	0.73666	0.73667	— 0.00001
0° »	0.73682	0.73667	+ 0.00015
6°.2 »	0.72971	0.72979	— 0.00008
10°.8 »	0.72479	0.72460	+ 0.00019
11°.0 »	0.72421	0.72437	— 0.00014
11°.3 »	0.72387	0.72403	— 0.00016
11°.5 »	0.72391	0.72380	+ 0.00011

t	d gevonden	d berekend	Δ
14°.0 C.	0.72093	0.72099	— 0.00006
14°.9 »	0.71996	0.71996	0
17°.2 »	0.71747	0.71734	+ 0.00013
21°.6 »	0.71249	0.71228	+ 0.00021
22°.1 »	0.71164	0.71170	— 0.00006
22°.4 »	0.71128	0.71136	— 0.00008
22°.6 »	0.71106	0.71113	— 0.00007
24°.4 »	0.70938	0.70952	— 0.00014
29°.0 »	0.70375	0.70372	+ 0.00003
32°.7 »	0.69949	0.69940	+ 0.00009
33°.2 »	0.69871	0.69882	— 0.00011
33°.5 »	0.69833	0.69846	— 0.00013
33°.7 »	0.69838	0.69823	+ 0.00015

Uit de formule worden de volgende waarden voor de densiteiten en volumina bij temperaturen tusschen 0° en 35 C. afgeleid.

t	d	Δ
0° C.	0.73667	
		556
5° »	0.73111	
		560
10° »	0.72551	
		566
15° »	0.71985	
		572
20° »	0.71413	
		577
25° »	0.70836	
		580
30° »	0.70256	
		585
35° »	0.69671	

t	d	Δ
0° C.	1.00000	
		760
5° »	1.00760	
		778
10° »	1.01538	
		799
15° »	1.02337	
		819
20° »	1.03156	
		840
25° »	1.03996	
		850
30° »	1.04855	
		880
35° »	1.05735	

6e Reeks (1881).

Gebruikt Fleschje *A*. Gezuiverde aether werd herhaaldelijk over natrium gerectificeerd en daarna in het luchtledig over natrium aan gefractioneerde destillatie blootgesteld en op die wijze in drie gelijke deelen gescheiden. Het middelste product werd voor de bepalingen gebezigd.

Formule voor het volume van den aether:

$V^t = V^0(1 + 0.0014644\,t + 0.000005781\,t^2 - 0.0000000233\,t^3)$

t	d gevonden	d berekend	Δ
0° C.	0.73589	0.73593	— 0.00004
0° »	0.73619	0.73593	+ 0.00026
0° »	0.73589	0.73593	— 0.00004
0° »	0.73579	0.73593	— 0.00014
0° »	0.73590	0.73593	— 0 00003
4°.1 »	0.73134	0.73149	— 0.00015
6°.7 »	0.72854	0.72870	— 0.00016
8°.8 »	0.72609	0.72625	— 0.00016
10°.8 »	0.72385	0.72401	— 0.00016
11°.1 »	0.72371	0.72367	+ 0.00004
11°.25 »	0.72351	0.72350	+ 0.00001
11°.4 »	0.72338	0.72333	+ 0.00005
12°.0 »	0.72269	0.72365	+ 0.00005
15°.6 »	0.71866	0.71866	0
22°.0 »	0.71125	0.71120	+ 0.00005
22°.35 »	0.71069	0.71077	— 0.00008
22°.55 »	0.71059	0.71056	+ 0.00003
22°.65 »	0.71057	0.71045	— 0.00012
22°.7 »	0.71047	0.71059	+ 0.00012
25°.9 »	0.70685	0.70767	+ 0.00008
28°.9 »	0.70303	0.70317	— 0.00014
33°.0 »	0.69835	0.69836	— 0.00001
33°.1 »	0.69826	0.69848	— 0.00022
33°.5 »	0.69784	0.69768	+ 0.00016
33°.6 »	0.69760	0.69756	+ 0.00006
35°.5 »	0.69558	0.69544	+ 0.00014

Uit de formule worden de volgende waarden voor de

densiteiten en volumina bij temperaturen tusschen 0° en 35° C. afgeleid.

t	d	Δ
0° C.	0.73593	
		544
5° »	0.73049	
		558
10° »	0.72491	
		566
15° »	0.71925	
		573
20° »	0.71352	
		580
25° »	0.70772	
		584
30° »	0.70188	
		586
35° »	0.69602	

t	d	Δ
0° C.	1.00000	
		745
5° »	1.00745	
		775
10° »	1.01520	
		799
15° »	1.02319	
		822
20° »	1.03141	
		845
25° »	1.03986	
		865
30° »	1.04851	
		883
35° »	1.05734	

Uit de boven vermelde resultaten blijkt, dat over het geheel de voor den uitzettingscoëfficient verkregene waarden zeer goed met elkaar overeenkomen, maar dat voor de densiteit van aether bij dezelfde temperatuur nu en dan tamelijk uiteenloopende cijfers werden gevonden. De oorzaak hiervan moet hoogst waarschijnlijk daaraan toegeschreven worden, dat aether groote neiging vertoont om zich, onder vorming van aldehyd en azijnzuur, te oxydeeren en dat daardoor de densiteit van genoemde vloeistof rijst, naarmate zij langer aan de lucht is blootgesteld geweest.

Daarom heb ik bij mijne laatste in 1881 gedane proeven den aether in het luchtledig gedestilleerd en ten einde de densiteit dier vloeistof bij 0° C. nauwkeuriger te leeren kennen, verscheidene monsters van zooveel mogelijk gezuiverden en in het luchtledig over natrium gedestilleerden aether onmiddellijk na de bereiding onderzocht. Ik verkreeg daarbij de volgende uitkomsten:

Densiteit bij 0° (gecorr. voor het luchtledig).

N°. 1	0.73600
» 2	0.73591
» 3	0.73586
» 4	0.73590
Midden	0.73590

Reduceert men de boven voor de densiteit van aether *bij verschillende temperaturen* verkregen cijfers zoodanig, dat bij 0° steeds (met weglating van de 5e decimaal) 0.7359 gesteld wordt, zoo komt men tot de volgende resultaten.

	I	II	III	IV	V	VI
0°C	0.7359	0.7359	0.7359	0.7359	0.7359	0 7359
5° »	0.7304	0.7304	0.7306	0.7304	0.7303	0.7305
10° »	0.7247	0.7248	0.7249	0.7248	0.7247	0.7249
15° »	0.7191	0.7192	0.7192	0.7191	0.7191	0.7193
20° »	0.7134	0.7135	0.7135	0.7134	0.7133	0.7135
25° »	0.7077	0.7078	0.7075	0.7076	0.7076	0.7077
30° »	0.7019	0.7021	0.7018	0.7018	0.7018	0.7019
35° »	0.6962	0.6964	0.6959	0.6969	0.6959	0.6960

Zoodat wij als midden kunnen aannemen:

t	*d*	Δ
0° C.	0.7359	
		55
5° »	0.7304	
		56
10° »	0.7248	
		56
15° »	0.7192	
		57
20° »	0.7135	
		58
25° »	0.7077	
		58
30° »	0.7019	
		59
35° »	0.6960	

Het is niet van belang ontbloot, om deze einduitkomst te vergelijken met de resultaten, welke door MUNCKE, PIERRE en KOPP bij hunne onderzoekingen omtrent de densiteit van aether zijn verkregen.

Eerstgenoemde geeft de volgende formule voor het volumen van aether bij verschillende temperaturen *).

$$V^t = V^0(1 + 0.00150268\,t + 0.00000255214\,t^2 - 0.00000015783\,t^3 + 0.000000004166\,t^4).$$

Berekent men met behulp van deze formule, de densiteit van aether bij 0° C = 0.7359 gesteld zijnde, de densiteiten en volumina van genoemde vloeistof voor temperaturen liggende tusschen 0° en 35° C., zoo verkrijgt men:

t	d	Δ
0° C.	0.7359	
		55
5° »	0.7304	
		56
10° »	0.7248	
		54
15° »	0.7194	
		54
20° »	0.7140	
		54
25° »	0.7086	
		55
30° »	0.7031	
		58
35° »	0.6973	

t	V	Δ
0° C.	1.00000	
		758
5° »	1.00758	
		759
10° »	1.01517	
		756
15° »	1.02273	
		775
20° »	1.03048	
		788
25° »	1.03836	
		813
30° »	1.04649	
		843
35° »	1.05522	

Wat de onderzoekingen van ISIDORE PIERRE betreft, wij vinden in zijne bekende verhandeling omtrent densiteit en

*) GEHLER *Physikalisches Wötenbuch*, **10**, 925. De oorspronkelijke waarnemingen, waarop deze formule is gegrond, heb ik niet kunnen vinden.

uitzetting van verschillende vloeistoffen *), het volgende ten aanzien van aethylaether.

Voor de densiteit van de vloeistof bij 0° C. vond hij:

N°.	1.	0.73769
»	2.	0.73787
»	3.	0.73568
»	4.	0.73581

(N°. 1 en N°. 2 ware afzonderlijke praeparaten, die 4 dagen onder herhaald schudden op droog chloorcalcium hadden gestaan en daarna bij 40—50° C. op het waterbad waren gedestilleerd; N°. 3, een mengsel van de voorgaande twee praeparaten, was nog eens over chloorcalcium gerectificeerd, en N°. 4 eindelijk was verkregen door N°. 3 aan dezelfde bewerking te onderwerpen. Pierre geeft niet op, welke soort van aether hij bij zijne bepalingen omtrent den uitzettingscoëfficient heeft gebezigd; ik vermoed dat het N°. 4 zal geweest zijn).

Pierre deed twee reeksen van proeven omtrent de densiteit van aether bij verschillende temperaturen en wel met *twee verschillende* dilatometers. De eene reeks strekte zich uit van — 15°.36 tot — 5°.54 en de andere van + 7°.71 tot + 38°.14. Uit de drie waarnemingen van de eerste reeks (bij — 15°.36, — 10°.11 en — 5°.54) en zes waarnemingen van de tweede reeks (bij + 7°.71, 10°.26, 15°.09, 34°.07, 35°.85 en 38°.14) berekent hij de volgende formule (ik laat hier eenige onnoodige decimalen weg)

$$1+\Delta x = 1 + 0.0015325\,x + 0.00000236\,x^2 + 0.0000004\,x^3$$

Met behulp van deze formule zijn de volgende densiteiten en volumina van aether voor temperaturen van 0° – 35° C. berekend, (d van aether bij 0° C. = 0.7359 gesteld).

---

*) *Annales de Chemie et de Physique.* [3], **15**, 260, sqq.

t	d	Δ
0° C.	0.7359	
		63
5° »	0.7296	
		61
10° »	0.7235	
		58
15° »	0.7177	
		56
20° »	0.7121	
		56
25° »	0.7065	
		54
30° »	0.7011	
		53
35° »	0.6958	

t	V	Δ
0° C.	1.00000	
		863
5° »	1.00863	
		851
10° »	1.01714	
		822
15° »	1.02536	
		806
20° »	1.03342	
		819
25° »	1.04161	
		803
30° »	1.04964	
		799
35° »	1.05763	

HERMANN KOPP *) bepaalde insgelijks de densiteit van aether bij verschillende temperaturen en bezigde daarbij, evenals PIERRE, dilatometers.

Hij zuiverde zijn aether (een handelspraeparaat), door dien met kalkmelk en daarna herhaaldelijk met water te wasschen, voorts op chloorcalcium te drogen en daarna te rectificeeren. De aether kookte bij 34°.9 (thermometer in den damp, en gereduceerd op 760^{mm} barometerstand).

Eene bepaling van de densiteit van aether gaf hem bij gebruik van twee apparaten de waarden 0.7289 en 0.7290 bij 6°.9 C. of, door reductie, 0.7366 bij 0°.

KOPP deed verder twee reeksen van proeven en berekende uit de resultaten van beide de volgende formulen voor de volumina van aether (met weglating van eenige decimalen).

1. $V^t = V^0(1 + 0.001447t + 0.00000667t^2 - 0.000000039t^3)$
2. $V^t = V^0(1 + 0.001513t + 0.0000356t^2 + 0.000000093t^3)$.

Met behulp van deze formulen berekent men de volgende

*) POGG. *Ann.* 72. 228.

waarden voor de densiteiten en de volumina van aether bij temperaturen, liggende tusschen 0° en 35° C.

Formule 1.

t	d	Δ	t	V	Δ
0° C.	0.7366		0° C.	1.00000	
		54			740
5° »	0.7312		5° »	1.00740	
		56			770
10° »	0.7256		10° »	1.01510	
		56			798
15° »	0.7200		15° »	1.02308	
		58			821
20° »	0.7142		20° »	1.03129	
		58			844
25° »	0.7084		25° »	1.03973	
		58			861
30° »	0.7026		30° »	1.04834	
		59			879
35° »	0.6967		35° »	1.05713	

Formule 2.

t	d	Δ	t	V	Δ
0° C.	0.7366		0° C.	1.00000	
		56			759
5° »	0.7310		5° »	1.00759	
		55			767
10° »	0.7255		10° »	1.01526	
		55			780
15° »	0.7200		15° »	1.02306	
		57			817
20° »	0.7143		20° »	1.03123	
		57			827
25° »	0.7086		25° »	1.03950	
		59			873
30° »	0.7027		30° »	1.04823	
		61			917
35° »	0.6966		35° »	1.05740	

Vergelijkt men de resultaten van MUNCKE, PIERRE, KOPP en de mijne omtrent de densiteit van aether met elkander, nadat men alle cijfers op 0.7359 voor 0° C. heeft gebracht, zoo verkrijgt men het volgende voor de densiteiten van aether:

t	MUNCKE.	PIERRE.	KOPP 1e Reeks.	KOPP 2e Reeks.	OUDEMANS midden uit 6 Reeksen.
0° C.	0.7359	0.7359	0.7359	0.7359	0.7359
5° »	0.7304	0.7296	0.7305	0.7303	0.7304
10° »	0.7248	0.7235	0.7249	0.7248	0.7248
15° »	0.7194	0.7177	0.7193	0.7193	0.7192
20° »	0.7140	0.7121	0.7135	0,7136	0.7135
25° »	0.7086	0.7065	0.7077	0.7079	0.7077
30° »	0.7031	0.7011	0.7019	0.7020	0.7019
35° »	0.6973	0.6958	0.6960	0.6959	0.6960

Uit dit overzicht ziet men, dat mijne uitkomsten bijna volkomen overeenstemmen met die van KOPP, maar niet met die van MUNCKE en PIERRE; vooral de laatste toonen zeer grillige afwijkingen, een verschijnsel, dat geene verwondering wekken kan, wanneer men de zonderlinge wijze in aanmerking neemt, waarop genoemde natuurkundige zijne twee reeksen van waarnemingen met elkander heeft gecombineerd. Tot nadere toelichting laat ik hier een klein tabelletje volgen, waarin de afwijkingen van mijne uitkomsten met die van MUNCKE en PIERRE zijn opgenomen (uitgedrukt in éénheden van de vierde decimaal).

	Muncke.	Pierre.
0° C.	0	0
5° »	0	8
10° »	0	13
15° »	2	15
20° »	5	14
25° »	9	12
30° »	12	8
35° »	13	2

Uit dit overzicht is op te maken, dat de proeven van Muncke over het geheel veel beter moeten zijn uitgevoerd dan die van Pierre. In hoeverre de onderzoekingen van laatstgenoemden natuurkundige omtrent den uitzettingscoëfficiënt van andere vloeistoffen vertrouwen verdienen, durf ik niet beslissen; maar zooveel kan uit het bovenstaande met genoegzame zekerheid worden opgemaakt, dat vele der in physische handboeken opgenomene constanten niet zonder aarzeling als de uitdrukking der waarheid kunnen worden aangenomen.

II. Over den brekingsaanwijzer van aether bij temperaturen liggende tusschen 0° en 35° C.

De bepalingen van den brekingsaanwijzer van aether werden op dezelfde wijze verricht als die, welke met vijf vloeistoffen (water, aethylacetaat, isoamylalcohol, aethylbenzoaat en aethyloxalaat) vroeger door mijn vriend Hoek en mij zijn verricht; voor temperaturen, liggende tusschen 15° en 35° C., werd daarbij gebruik gemaakt van denzelfden

toestel, welke in onze reeds boven aangehaalde verhandeling is beschreven *).

Voor temperaturen, liggende tusschen 0° en 15° C., werden de waarnemingen gedurende den winter gedaan in een lokaal, waarin de gewenschte temperatuur heerschte. Om den invloed van kleine wisselingen van warmtegraad te elimineeren, werden, evenals vroeger, telkens hetzij bij stijgende, hetzij bij dalende temperaturen, de waarnemingen in deze volgorde verricht:

1°.	Meting	van	de	dubbele	afwijking	rechts of links
2°.	»	»	»	»	»	links of rechts
3°.	»	»	»	»	»	links of rechts
4°.	»	»	»	»	»	rechts of links.

Zoo bijv. verkreeg ik bij eene bepaling van den brekingsaanwijzer van aether bij ± 22° C. het volgende:

Afwijking	links	150°53′ bij	22°.3 C.
»	rechts	231°25′ »	22°.3 »
»	»	231°28′ »	21°.8 »
»	links	150°50′ »	21°.6 »
Dubbele afwijking		80°35′ bij	22°.0 C.

De cijfers, die in het vervolg zullen worden medegedeeld, zijn steeds gemiddelden van vier op bovengemelde wijze gecombineerde waarnemingen.

Nog moet worden opgemerkt, dat de brekingsaanwijzer van aether bij onderscheidene temperaturen bepaald werd voor de strepen Liα, Na (D), Caβ en Sr δ. Toen het bij onderzoek gebleken was, dat het verschil tusschen de verkregene waarden voor twee op elkander volgende strepen bij 0° en 35° nagenoeg gelijk was, heb ik tevens getracht, bij middel-

*) Recherche sur la quantité d'éther, continue dans les liquides, p. 32—36.

bare temperatuur den aanwijzer te bepalen voor andere strepen van het spectrum (Kα, Tlα en Rbα, Hα, Hβ en Hγ), ten einde door interpolatie te komen tot de kennis van de aanwijzers bij lagere en hoogere temperaturen.

Het waarnemen van de thalliumstreep leverde bij gebruik van eene gewone gasvlam, waarin een weinig thalliumchloruur werd gebracht, geen bezwaar op, maar om de strepen Kα en Rbα te kunnen zien, moest ik mijn toevlucht nemen tot het inspuiten van eene oplossing der chloriden in eene kleurlooze gas- of waterstofvlam.

De strepen Hα, Hβ, en Hγ werden waargenomen, door eene GEISSLER'sche buis met zoogenaamd waterstof luchtledig aan den inductieklos van RUHMKORFF te verbinden.

Er blijft mij nog over, iets mede te deelen omtrent de normaalbepalingen van de brekingsaanwijzers bij middelbare temperatuur en over de wijze, waarop ik mij daarbij van den juisten stand van het prisma ten opzichte van den kijker (ter vermijding van fouten door den invloed der randstralen) heb overtuigd.

Het is uit allerlei onderzoekingen voldoende gebleken, dat de brekingsaanwijzer van water bij 15° C. voor streep D is 1.3335; daar er nu ten aanzien van het verkrijgen van zuiver water wel geene bezwaren bestaan, zoo heb ik, ter toetsing van den juisten stand van het prisma, bij de normaalbepalingen steeds daarmede den aanwijzer van water bij 15° C. bepaald en alleen dan, wanneer hiervoor ongeveer het cijfer 1.3335 werd gevonden, aan de waarnemingen met andere vloeistoffen vertrouwen geschonken. Was het doel niet bereikt, dan werd het prisma verzet of door een ander vervangen, zoolang totdat de gewenschte uitkomst was verkregen.

Van ééne zelfde hoeveelheid zuiveren aether werd dan achtereenvolgens de brekingsaanwijzer voor alle bovengenoemde strepen van het spectrum bepaald en deze door het aanbrengen van kleine correcties op dezelfde temperatuur gereduceerd, zoodat men aldus het verschil tusschen de brekingsaanwijzers voor twee onderscheidene strepen kon leeren kennen.

Bij de vroegere proeven, door HOEK en mij gedaan, werd de grootte van den brekenden hoek niet alleen bij middelbare temperatuur, maar ook bij een of twee hoogere standen van den thermometer bepaald.

Dit was bij het onderzoek van aether onnoodig; immers, het bleek mij spoedig dat de brekende hoek bij verwarming van 0^0 op 35^0 C. geene merkbare verandering onderging.

Ik ga thans over tot het mededeelen van de onderscheidene reeksen van waarnemingen, die door mij zijn verricht en zal daarbij dezelfde wijze van doen volgen, welke vroeger bij de proeven van HOEK en mij is in acht genomen.

EERSTE REEKS.

Aether A. Streep. Naα.

Brekende hoek $= 79^0 41'.4$.

Formule voor de dubbele afwijking:

$$2d = 82^0.34'.8 + 9'.968\,(11 - t) - 0'.0419\,(11 - t)^2.$$

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
$4^0.7$	$83^0 34'.8$	$83^0 34'.4$	$+0'.4$
$7^0.5$	$83^0\ 9'.4$	$83^0\ 8'.8$	$+0'.6$
$10^0.9$	$82^0 39'.0$	$82^0 35'.8$	$+3'.2$
$11^0.1$	$82^0 30'.6$	$82^0 33'.8$	$-3'.2$
$12^0.9$	$82^0\ 9'.6$	$82^0 13'.0$	$-3'.4$
$14^0.4$	$81^0 55'.0$	$82^0\ 1'.6$	$-6'.6$
$16^0.6$	$81^0 35'.0$	$81^0 34'4$	$+0'.6$
$19^0.8$	$81^0\ 2'.0$	$81^0\ 0'.6$	$+1'.4$
$22^0.0$	$80^0 35'.0$	$80^0 35'.0$	0

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
5^0 C.	1.3616	
		28
10^0 »	1.3588	
		29
15^0 »	1.3559	
		29
20^0 »	1.3530	
		30
25^0 »	1.3500	

TWEEDE REEKS.

Aether A. Streep Naα.

Brekende hoek = 79°41'.4.

$2d = 80^{c}49'.3 + 10'.618\,(21 - t) + 0'.00357\,(21 - t)^2$.

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
7°	82°19'.4	82°19'.4	0
11°	82°34'.5	82°35'.8	—1'.3
14°.8	81°55'	81°55'.2	—0'.2
17°.6	81°25'.5	81°25'.4	+0'.1
23°.3	80°24'.5	80°25'.0	—0'.5
26°.2	79°55'	79°54'.2	+0'.8
28°.3	79°35'	79°32'	+3'.0
29°.9	79°15'.5	79°15'.1	+0'.4
31°.6	79°0'	78°57'.2	+2'.8
35°.2	78°22'.5	78°21'.3	+1.'2

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3621	30
10° »	1.3591	29
15° »	1.3562	31
20° »	1.3531	29
25° »	1.3502	31
30° »	1.3471	30
35° »	1 3441	

DERDE REEKS.

Aether B. Strepen Liα, Naα, Caβ.

Brekende hoek = 66°31.

$2d = 58^{0}6'.1 + 6'.647\,(20 - t) - 0'.0071\,(20 - t)^2$.

	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	
5°.4	59°41'.5	59°41'.5	0
13°.1	58°53'	58°51'.6	+1'.4
19°.4	58°10'	58°10'	0
24°.9	57°41'	57°39'.2	+1'.8
34°.7	56°27'	56°26'.7	+0'.3
35°.5	56°21'	56°21'.3	—0'.3

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3592	29
10° »	1.3563	29
15° »	1.3534	29
20° »	1.3505	30
25° »	1.3475	31
30° »	1.3444	30
35° »	1.3414	

Streep Naα.

$$2\,d = 58^0 30'.3 + 6'.62\,(20 - t) - 0'.003\,5\,(20 - t)^2.$$

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
5°.2	60°57'.3	60°57'.3	0
13°.0	59°15'.5	59°16'.7	—1'.2
14°.0	59°11'	59°10'.0	+2'.0
15°.2	59° 0'.5	59° 2'.2	—1'.7
18°.9	58°38'	58°37'.6	+0'.4
24°.3	58° 4'.5	58° 5'	—0'.5
34°.9	56°49'.5	56°49'.5	0

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3613	28
10° »	1.3585	29
15° »	1.3556	30
20° »	1.3526	30
25° »	1.3496	30
30° »	1.3466	31
35° »	1.3435	

Streep Caβ.

$$2\,d = 58^0 42'3 + 6'.803\,(20 - t) - 0'.007\,(20 - t)^2.$$

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
6°.3	60°14'	60°14'.1	+0'.1
13°.0	59°29'	59°29'.5	—0'.5
19°.9	58°43'	58°43'.	0
35°.4	56°56'	56°55'.8	+0'.2

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3626	29
10° »	1.3597	30
15° »	1.3567	30
20° »	1.3537	30
25° »	1.3507	31
30° »	1.3476	31
35° »	1.3445	

VIERDE REEKS.

Aeter B. Strepen Liα, Naα en Caβ.

Brekende hoek = 66°31'.

Streep Liα.

$2\,d = 57°57'.7 + 6'.618\,(21 - t) + 0'.000765\,(21 - t)^2$.

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ	t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
8°.0	59°24'.0	62°23'.5	+ 0'.5	5° C.	1.3591	29
8°.3	59°21'.5	58°21'.6	— 0'.1	10° »	1.3562	29
12°.9	58°52'.5	58°51'.1	+ 1'.4	15° »	1.3533	30
19°.3	58° 8'	58° 8'.7	— 0'.7	20° »	1.3503	30
24°.0	57°38'.5	57°37'.6	+ 0'.9	25° »	1.3473	29
28°.7	56° 6'.5	57° 6'.6	— 0'.1	30° »	1.3444	30
34°.4	56°29'	56°29'	0	35° »	1.3414	

Streep Naα.

$2\,d = 38°21'.7 + 6'.773\,(21 - t) - 0'.0074\,(21 - t)^2$.

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ	t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
8°.3	59°45'.5	59°46'.5	— 1'.0	5° C.	1.3613	29
8°.3	59°47'.5	59°46'.5	+ 1'.0	10° »	1.3584	30
12°.4	59°18'	59°19'.5	— 1'.5	15° »	1.3554	30
19°.4	58°31'	58°32'.5	— 1'.5	20° »	1.3524	30
23°.1	58° 7'	58° 7'.2	— 0'.2	25° »	1.3494	31
30°.4	57°20'	57°17'.3	+ 2'.7	30° »	1.3463	31
35°.9	46°39'.5	56°39'.2	+ 0'.3	35° »	1.3432	

Streep Caβ.

$$2\,d = 58^{0}34'.8 + 6'.87\,(21 - t) - 0'.006\,(21 - t)^{2}.$$

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
7°.9	60° 2'.	60° 2'.4	— 0'.4
8°.7	59°57'	59°57'.1	— 0'.1
18°.2	58°53'	58°53'.7	— 0'.7
19°.2	58°47'	58°46'.9	+ 0'.1
24°.3	58°13'.5	58°12'.7	+ 0'.8
31°.5	57°20'	57°23'.2	— 3'.2
35°.2	56°58'.5	56°58'.5	0

t	Betrekkelijke Brekingsaanwijzer	Δ
5° C.	1.3625	30
10° »	1.3595	29
15° »	1.3566	29
20° »	1.3537	30
25° »	1.3507	31
30° »	1.3476	31
35° »	1.3435	

Vijfde Reeks.

Aether B. Streep Srδ.

Brekende hoek = 66°28'.

$$2\,d = 59^{0}33'.5 + 6'873\,(20 - t) - 0'.0733\,(20 - t)^{2}.$$

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
5°.25	61°11'.5	61°12'.0	— 0'.5
6°.6	61° 4'.5	61° 3'.2	+ 1'.3
8°.1	60°53'.5	60°53'.3	+ 0'.2
15°.7	60° 2'	60° 2'.7	— 0'.7
16°.1	60° 0'	60° 0'	0
20°.9	59°27'.3	59°27'.3	0
33°.2	57° 0'.5	57° 0'.4	+ 0'.1

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
5° C.	1.3674	29
10° »	1.3645	29
15° »	1.3616	30
20° »	1.3586	31
25° »	1.3555	31
30° »	1.3524	32
35° »	1.3492	

ZESDE REEKS.

Aether C. Strepen Liα, Nα, Caβ en Srδ.

Brekende hoek = 66°29'.3.

Streep Liα.

$2d = 57°57'.3 + 6'.682\,(21 - t) - 0'.000827\,(21 - t)^2$.

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
9°.5	59°14'	59°14'	0
13°.25	58°48'.5	58°49'	— 0'.5
17°.3	58°22'	58°22'	0
20°.9	57°58'	57°58'	0
24°.0	57°36'.5	57°37'.2	— 0'.7
31°.1	56°51'.5	56°50'.4	+ 1'.1
32°.1	56°41'.5	56°43'	— 1'.5

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
5° C.	1.3594	30
10° »	1.3564	29
15° »	1.3535	30
20° »	1.3505	30
25° »	1.3475	30
30° »	1.3445	30
35° »	1.3415	

Streep Nα.

$2d = 58°19'.6 + 6'.682\,(21 - t) + 0'.0157\,(21 - t)^2$.

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
9°.5	59°37'.5	59°35'.5	— 1'.0
13°.1	59°12'.	59°13'.4	— 1'.4
17°.2	58°43'.5	58°45'.3	— 1'.8
20°.8	58°21'	58°20'.9	— 0'.1
24°.0	57°58'.5	57°59'.7	+ 1'.2
31°.85	57° 9'	57° 9'.1	— 0'.1

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
5° C.	1.3616	31
10° »	1.3585	30
15° »	1.3555	30
20° »	1.3525	30
25° »	1.3495	29
30° »	1.3466	28
35° »	1.3438	

Streep Caβ.

$$2d = 58^{0}32' + 6'.63\,(21 - t) + 0'.0107\,(21 - t)^{2}.$$

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
9°.6	59°49′	59°49′	0
12°.9	59°26′	58°26′.5	—0′.5
17°.1	58°59′	58°58′	+1′.0
20°.7	58°34′	58°34′	0
23°.3	58°18′	58°16′.7	+1′.3
31°.9	57°21′	57°20′.9	+0′.1

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3627	31
10° »	1.3596	30
15° »	1.3566	30
20° »	1.3536	29
25° »	1.3507	30
30° »	1.3477	28
35° »	1.3449	

Streep Srδ.

$$2d = 59^{0}25' + 6'.85\,(21 - t) - 0'.0045\,(21 - t)^{2}.$$

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ
9°.9	60°41′	60°41′	0
12°.45	60°22′	60°23′.7	—1′.7
17°.0	59°55′.5	59°52′.9	+2′.6
20°.7	59°27′.5	59°27′.6	—0′.1
32°.25	58° 8′	58° 7′.8	+0′.2

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer.	Δ
5° C.	1.3673	30
10° »	1.3643	29
15° »	1.3614	30
20° »	1.3584	30
25° »	1.3554	31
30° »	1.3523	31
35° »	1.3492	

Zevende Reeks.

Aether D. Strepen Liα, Naα, Caβ en Srδ.

Brekende hoek = 73°18'.

Streep Liα.

$2d = 68°40'.5 + 8'.1853\,(17 - t) - 0'.0091\,(17 - t)^2$.

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ	t	Betrekkelijke brrkingsaanwijzer.	Δ
-0°.25	70°59'	70°59'.5	— 0'.5	0° C.	1.3620	
0°	70°57'.5	70°57'.5	0	5° »	1.3592	28
2°.9	70°32'.5	70°33'.9	— 1'.4	10° »	1.3563	29
5°.0	70°17'	70°16'.8	+ 0'.2	15° »	1.3533	30
11°.6	69°23'	63°23'	0	20° »	1.3503	30
16°.9	68°40'.5	68°39'.6	+ 0'.9	25° »	1.3473	30
20°.95	68° 6'	68° 6'.3	— 0'.3	30° »	1.3443	30
26°.5	67°23'.5	67°21'.0	+ 2'.5	35° »	1.3413	30
33°.6	66°.29'.5	66°22'.5	0			

Streep Naα.

$2d = 69°8'.4 + 8'.2265\,(17 - t) - 0'.01125\,(17 - t($.

t	$2d$ gevonden	$2d$ berekend	Δ	t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
0°.3	71°23'.5	71°22'.6	+ 0'.9	0° C.	1.3640	
3°.55	70°55'.5	70°56'.9	— 1'.4	5° »	1.3612	28
6°.4	70°34'.5	70°34'.0	+ 0'.5	10° »	1.3583	29
10°.8	69°58'	69°59'.1	— 1'.1	15° »	1.3554	29
16°.8	69°10'	69°10'	0	20° »	1.3524	30
21°.9	68°24'	68°27'.7	— 3'.7	25° »	1.3494	30
26°.55	67°48'.5	68°48'.7	— 0'.2	30° »	1.3464	30
33°.2	66°52'	68°52'.1	— 0'.1	35° »	1.3432	32

Streep Caβ.

$2\,d = 69^{0}27'.3 + 8'.291\,(17 - t) - 0'.01367\,(17 - t)^{2}$.

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
$1^{0}.5$	$71^{0}32'.5$	$71^{0}32'.4$	$+ 0'.1$
$3^{0}.35$	$71^{0}17'.5$	$71^{0}17'.8$	$- 0'.3$
$5^{0}.45$	$71^{0}\ 1'$	$71^{0}\ 1'.2$	$- 0'.2$
$12^{0}.4$	$70^{0}\ 3'.5$	$70^{0}\ 5'.1$	$- 1'.6$
$16^{0}.85$	$69^{0}28'.5$	$69^{0}28'.4$	$+ 0'.1$
$20^{0}.3$	$68^{0}54'$	$68^{0}59'.8$	$- 5'.8$
$26^{0}.4$	$68^{0}\ 6'.5$	$68^{0}\ 8'.1$	$- 1'.6$
$33^{0}.5$	$67^{0}\ 6'.5$	$67^{0}\ 6'.7$	$- 0'.2$

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
0^{0} C.	1.3754	29
5^{0} »	1.3625	28
10^{0} »	1.3597	29
15^{0} »	1.3568	30
20^{0} »	1.3538	31
25^{0} »	1.3507	31
30^{0} »	1.3476	31
35^{0} »	1.3445	

Streep Srδ.

$2\,d = 70^{0}3'.7 + 8'.40\,\phi\,(20 - t) + 0.006\phi\,(20 - t)^{2}$.

t	$2\,d$ gevonden	$2\,d$ berekend	Δ
$5^{0}.2$	$72^{0}\ 9'.5$	$72^{0}10'.8$	$- 1'.3$
$5^{0}.7$	$72^{0}\ 8'.0$	$72^{0}\ 6'.5$	$+ 1'.5$
$13^{0}.3$	$71^{0}\ 2'.5$	$71^{0}\ 1'.5$	$+ 1'.0$
$16^{0}.4$	$70^{0}35'.5$	$70^{0}35'.1$	$+ 0'.4$
$20^{0}.8$	$69^{0}57'$	$69^{0}57'.9$	$- 0'.9$
$27^{0}.3$	$69^{0}\ 2'.5$	$69^{0}\ 3'.1$	$- 0'.6$
$34^{0}.35$	$68^{0}\ 4'$	$68^{0}\ 4'$	0

t	Betrekkelijke brekingsaanwijzer	Δ
0^{0} C.	1.3704	30
5^{0} »	1.3674	30
10^{0} »	1.3644	30
15^{0} »	1.3614	30
20^{0} »	1.3584	30
25^{0} »	1.3554	30
30^{0} »	1.3524	30
35^{0} »	1.3494	

Achtste Reeks.

Gelijktijdige bepaling van den brekingsaanwijzer van aether, voor de strepen Liα, Naα, Caβ, Srδ, Hα, Hβ en Hγ, en wel bij middelbare temperatuur en voor hetzelfde praeparaat (Aether E). Voor de zuivering van dezen aether werd de meest mogelijke zorg gedragen; evenwel was de vloeistof niet in het luchtledig, maar in lucht over natrium gerectificeerd.

Brekende hoek = 70°18'.

Gevonden waarden voor 2 *d*.

t	Liα	*t*	Hα	*t*	Naα	*t*	Caβ	*t*	Hβ	*t*	Srδ	*t*	Hγ
11°.5	69°29'			12°.3	69°57'	12°.8	70°6'						
13°.2	69°15'			13°.8	69°40'.5	14°.5	69°51'.5			15°.6	70°50'		
16°.2	68°51'.5	16°.3	68°55'.5	16°.3	69°19'	16°.7	69°33'.5	16°.4	70°20'.5	17°.4	70°34'	16°.3	68°57'

Reduceert men deze waarden op eene temperatuur van 15° C. en berekent men daaruit de waarden voor de brekingsaanwijzers, zoo verkrijgt men de volgende uitkomst:

	Liα	Hα	Naα	Caβ	Hβ	Srδ	Hγ
	1.3530		1.3558	1.3568			
	1.3534		1.3555	1.3569		1.3616	
	1.3535		1.3555	1.3568		1.3616	
Midden	1.3533	1.3538	1.3556	1.3568	1.3601	1.3616	1.3641 *)

Negende Reeks.

Bepaling, bij de temperatuur der lucht, van den brekingsaanwijzer van denzelfden aether, die gestrekt heeft voor de vierde reeks van proeven omtrent dichtheid en uitzetting, en wel voor de strepen Liα, Naα, Caβ en Srδ.

---

*) Landolt (*Zie Ann. der Chem. u. Pharm.*) vond bij 15° C. voor de streepen Hα, Hβ, Hγ de waarden 1.3537, 1.3602 en 1.3641.

Brekende hoek = 66°56'.

Gevonden waarden van $2d$.

t	Liα	t	Naα	t	Caβ	t	Srδ
11°.7	59°36'					12°	61°8'
13°.2	59°27'	13°.9	59°48'.5	13°	60° 5'	12°.8	61° 2'.5
16°.8	59° 2'	17°.2	59°23'.5	17°.4	59°35'	17°.9	60°27'.5
19°.0	58°47'	19°.2	59° 9'.5	18°.9	59°25'	19°.25	60°19'.5

Hieruit berekent men voor den brekingsaanwijzer na reductie op 15° C. het volgende:

	Liα	Naα	Caβ	Srδ
	1.3534	1.3554	1.3567	1.3616
	1.3535	1.3554	1.3569	1.3617
	1.3535	1.3555	1.3567	1.3616
	1.3535	—	—	1.3615
Midden	1.3535	1.3554	1.3568	1.3616

Tiende Reeks.

Aether D. Bepaling van den brekingsaanwijzer voor de strepen Liα, Naα, Caβ en Srδ bij de temperatuur der lucht.

Brekende hoek = 66°17'.

Gevonden waarden van $2d$.

t	Liα	t	Naα	t	Caβ	t	Srδ
13°.0	58°33'.5	12°.5	59° 0'	12°.7	59°12'.5	11°.1	60°14'.5
13°.0	58°35'	12°.9	58°57'.5	14°.1	59° 1'	15°.5	59°54'
13°.9	58°28'	14°.1	58°49'	15°.4	58°55'	15°.0	59°52'
15°.0	58°20'	15°.0	58°43'				

Hieruit berekent men voor den brekingsaanwijzer, na reductie op 15° C. het volgende:

Liα	Naα	Caβ	Srδ
1.3534	1.3555	1.3567	1.3614
1.3535	1.3555	1.3566	1.3615
1.3534	1.3555	1.3567	1.3616
1.3534	1.3555	—	—
1.3534	1.3555	1.3567	1.3615

ELFDE REEKS.

Dezelfde aether *D*. Bepaling van den brekingsaanwijzer voor de waterstofstrepen Hα, Hβ en Hγ bij gewone temperatuur.

Berekende hoek 66°17'.

Gevonden waarden van 2 *d*.

t	Hα	*t*	Hβ	*t*	Hγ
12°.6	58°43'	12°.7	59°52'	12°.9	60°33'
13°.8	58°34'5	14°.8	59°38'5	15°.4	60°12'
15°.8	58°22'	15°.6	59°30'	16°.2	60°10'5

Hieruit vindt men door berekening de volgende waarden voor den brekingsaanwijzer bij 15° C.

Hα	Hβ	Hγ
1.3541	1.3602	1.3639
1.3540	1.3603	1.3637
1.3541	1.3600	1.3638
1.3541	1.3602	1.3638

TWAALFDE REEKS.

Gelijktijdige bepaling van den brekingsaanwijzer voor de strepen Kα, Liα, Naα, Tlα, Srδ en bij de temperatuur der lucht.

Aether E. Brekende hoek = 78°.24'.
Gevonden waarden van 2 *d*.

t	Kα	*t*	Liα	*t*	Naα	*t*	Tlα	*t*	Srδ
14°.3	77°54'	14°.5	78°22'	14°.25	78°59'	14°.9	79°26'	15°	80°32'

Hieruit berekent men voor de brekingsaanwijzers na reductie op 15° C. het volgende:

Kα	1.3512
Liα	1.3529
Naα	1.3550
Tlα	1.3570
Srδ	1.3609

Dertiende Reeks.

Gelijktijdige bepaling van den brekingsaanwijzer voor de strepen Kα, Liα, Naα, Tlα, Srδ en Rbα bij de temperatuur der lucht.

Aether F. Brekende hoek 56°9'.
Gevonden waarden voor 2 *d*.

t	Kα	*t*	Liα	*t*	Naα	*t*	Tlα	*t*	Srδ	*t*	Rbα
17°.8	45°29'	17°.2	45°46'.5	17°.7	46°2'	17°.4	46°20'.5	17°.6	46°49'.5	18°.2	47°16

Hieruit berekent men voor den brekingsaanwijzer na reductie op 15° C. het volgende:

Kα	1.3518
Liα	1.3533
Naα	1.3555
Tlα	1.3576
Srδ	1.3612
Rbα	1.3650

VEERTIENDE REEKS.

Gelijktijdige bepaling van den brekingsaanwijzer voor dezelfde strepen als bij de 13de reeks en bij de temperatuur der lucht.

Aether *F*. Berekende hoek 54°52′.

Gevonden waarden van 2 *d*.

t	Kaα	*t*	Liα	*t*	Naα	*t*	Tlα	*t*	Srδ	*t*	Rbα
17°.9	44°07′	14°.2	44°39′	12°.8	45°.2	16°.3	45°3′.5	19°.4	45°18′.5	17°.0	45°57′.3

Hieruit berekent men de volgende brekingsaanwijzers na reductie op 15° C.

Kα	1.3519
Liα	1.3535
Naα	1.3556
Tlα	1.3578
Srδ	1.3615
Rbα	1.3649

VIJFTIENDE REEKS.

Gelijktijdige bepaling van den brekingsaanwijzer voor de strepen Kα, Nα, Tlα, Hβ, Hγ en Rbα bij de temperatuur der lucht.

Aether *G*. Berekende hoek 62°1′.

Gevonden waarden van 2 *d*.

t	Kα	*t*	Hα	*t*	Naα	*t*	Tlα	*t*	Hβ	*t*	Hγ	*t*	Rbα
11°.9	52°11′	19°.6	52°26′	18°.25	52°51′	18°.5	53°10′	19°.6	53°26′	19°.6	54°3′	18°.5	54°20′

Hieruit berekent men de volgende brekingsaanwijzers na reductie op 20° C.

Kα	1.3490
Hα	1.3543
Naα	1.3527
Tlα	1.3548
Hβ	1.3571
Hγ	1.3608
Rbα	1.3619

Combineert men de verschillende waarden, voor de betrekkelijke brekingsaanwijzers verkregen, met elkander, hetwelk natuurlijk niet geschieden kan zonder eene onzekerheid van één of een paar eenheden in de 4e decimaal over te laten, zoo komt men tot het volgende samenstel: (daarbij is de waarschijnlijkste waarde van den brekingsaanwijzer voor Naα 1.3555 als grondslag aangenomen).

t	K$\varkappa$	Liα	H$\varkappa$	Naα	Caβ	Tlα	Hβ	Srδ	Hγ	Rbα
0° C.	1.3604	1.3622	1.3629	1.3644	1.3656	1.3664	1.3690	1.3705	1.3729	1.3739
5° „	1.3575	1.3593	1.3600	1.3614	1.3626	1.3634	1.3660	1.3675	1.3699	1.3708
10° „	1.3545	1.3563	1.3570	1.3585	1.3597	1.3605	1.3631	1.3645	1.3668	1.3677
15° „	1.3516	1.3534	1.3541	1.3555	1.3567	1.3575	1.3601	1.3615	1.3638	1.3647
20° „	1.3486	1.3504	1.3511	1.3525	1.3537	1.3545	1.3571	1.3585	1.3608	1.3617
25° „	1.3457	1.3575	1.3481	1.3495	1.3507	1.3515	1.3541	1.3555	1.3578	1.3586
30° „	1.3427	1.3445	1.3451	1.3466	1.3478	1.3486	1.3512	1.3525	1.3547	1.3555
35° „	1.3398	1.3416	1.3422	1.3437	1.3448	1.3456	1.3482	1.3495	1.3517	1.3525

Uit deze waarden wordt de absolute brekingsaanwijzer afgeleid door vermenigvuldiging met den absoluten brekingsaanwijzer van lucht, waarvoor als vroeger kan aangenomen worden:

$$1.000286 - 0.00000079\ (t - 10).$$

Zoodoende verkrijgt men waarden die 0.0004 hooger zijn, dan die welke in bovenstaande tabel zijn samengevat.

In de verhandeling, die in der tijd door M. Hoek en mij werd uitgegeven, hebben wij de uitkomsten medegedeeld,

welke de berekeningen van het brekend vermogen opleverden, wanneer men daarvoor de uitdrukking $(n^2 - 1)\,V$ aannam. Het bleek toen, dat de verkregene waarden, die hieraan beantwoordden, naarmate de temperatuur toenam, kleiner werden, en HOEK leidde daaruit af: òf dat de ten grondslag gelegde formule van NEWTON niet aan de gestelde vereischten voldeed, òf dat bij stijging van temperatuur lichtaether uit de onderzochte scheikundige verbindingen werd uitgestooten.

Ik heb het niet onbelangrijk geacht, den door mij onderzochten aether ook in den kring van beschouwing te trekken, en tevens voor de vroeger onderzochte verbindingen na te gaan, welke uitkomsten men bij gebruik van de door LANDOLT *) en LORENTZ †) gegevene formulen zou verkrijgen §).

Aether.

Waaarden van $(n^2 - 1)\,V$ voor de stralen Kα, Caβ en Rbα (V bij 0° C. = 1 gesteld).

t	Kα		Caβ		Rbα	
0° C.	0.8518		0.8660		0.8884	
		15		17		16
5° »	0.8502		0.8643		0.8868	
		13		14		17
10° »	0.8485		0.8679		0.8851	
		14		17		15
15° »	0.8471		0.8612		0.8836	
		16		14		14
20° »	0.8455		0.8598		0.8822	
		12		14		15
25° »	0.8443		0.8584		0.8807	
		15		12		16
30° »	0.8428		0.8572		0.8721	
		11		12		12
35° »	0.8417		0.8560		0.8769	

*) POGG. *Ann.* Bd. 123. p. 595.

†) Verh. der Kon. Akad. v. Wetenschappen XVIII. POGG. *Ann.* Neue Folge IX, p. 64.

§) Alleen is in plaats van d gebezigd $\frac{1}{V}$, om beter vergelijkbare waarden te verkrijgen met die welke uit de formule $(n^2 - 1)\,V$ voortvloeien.

Waarden van $(n - 1) V$*)
voor zes onderzochte vloeistoffen en voor streep *D*.
V bij $0^0 = 1$ gesteld.

t	Amyl-alcohol Kopp 1855	Aethyl-acetaat	Aethyl-benzoaat	Aethyl-oxalaat	Aether	Water
0° C.					0.3642	
10° »	0.4158	0.3825	0.5155	0.4196	0.3641	0.3345
20° »	0.4157	0.3822	0.5155	0.4196	0.3637	0.3341
30° »	0.4157	0.3821	0.5154	0.4196	0.3635	0.3339
35° »					0.3633	
40° »	0.4153	0.3821	0.5152	0.4196		0.3337
50° »	0.4150	0.3821	0.5151	0.4195		0.3334
60° »	0.4148	0.3821	0.5149	0.4194		0.3331
70° »	0.4145	0.3824	0.5147	0.4194		0.3329
80° »	0.4143		0.5145	0.4193		0.3328
90° »	0.4140		0.5145	0.4193		0.3326
100° »	0.4140			0.4192		0.3323
110° »				0.4193		

Waarden van $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \times V$*)
voor dezelfde vloeistoffen voor streep *D*.
V bij $0^0 = 1$ gesteld.

t	Amyl-alcohol Kopp 1855	Aethyl-acetaat	Aethyl-benzoaat	Aethyl-oxalaat	Aether	Water
0° C.					0.2233	
10° »	0.2511	0.2333	0.3022	0.2532	0.2235	0.2152
20° »	0.2514	0.2336	0.3027	0.2536	0.2236	0.2133
30° »	0.2516	0.2338	0.3030	0.2539	0.2237	0.2113
35° »					0.2238	
40° »	0.2517	0.2341	0.3034	0.2542		0.2093
50° »	0.2518	0.2345	0.3038	0.2545		0.2072
60° »	0.2520	0.2349	0.3042	0.2547		0.2051
70° »	0.2521	0.2354	0.3045	0.2550		0.2031
80° »	0.2523		0.3048	0.2553		0.2008
90° »	0.2525		0.3051	0.2557		0.1994
100° »	0.2529		0.3055	0.2560		0.1977
110° »				0.2563		

*) Deze volumina zijn ontleend aan de waarnemingen van Kopp.

Wanneer men de berekening uitvoert voor eene lichtstraal van oneindig groote golflengte, verkrijgt men uitkomsten, die slechts onbeduidende verschillen opleveren met de voorgaande. Een enkel voorbeeld ter toelichting. Wanneer wij voor de golflengte van Hα en Hγ de gegevens van PLÜCKER bezigen (6.564 en 4.339, uitgedrukt in tienduizendste deelen van millimeters) en met de door mij gevondene waarden voor den brekingsaanwijzer van aether bij 0° en 35° de coëfficiënten A uit de bekende formule van CAUCHY berekenen, vinden wij:

bij 0° C $A = 1.3557$ en bij 35° C. $A = 1.3354$

en verder voor de waarden van $\left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\right) V$:

bij 0° C. 0.2183 en bij 35° C. 0.2189.

De verschillen tusschen deze waarden komen, zooals men ziet, bijna volkomen overeen met die, welke uit de voorgaande tabel zijn op te maken. Overziet men de verkregene uitkomsten, zoo ontwaart men dat het gebruik der door LANDOLT voorgestelde uitdrukking $(n - 1) V$, ofschoon zuiver empirisch, voor alle temperaturen *bijna*, maar toch niet geheel standvastige waarden geeft. Er is bij alle door mij onderzochte vloeistoffen steeds eene kleine vermindering van deze waarde te bespeuren naarmate de temperatuur rijst. De formule, door LORENTZ gegeven, levert, voor verschillende temperaturen, geene constante producten, maar de afwijkingen zijn onderling veel geringer dan die, welke bij toepassing van de uitdrukking $(n^2 - 1) V$ worden verkregen.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Vrijdag 24 April 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, RIJKE, ZEEMAN, GUNNING, MAC GILLAVRY, LORENTZ, VAN RIEMSDIJK, MULDER, HOFFMANN, BEYERINCK, HEYNSIUS, BOSSCHA, PLACE, STOKVIS, KAMERLINGH ONNES, VAN DER WAALS, RAUWENHOFF, DONDERS, VERLOREN, GRINWIS, VAN GOGH, A. C. OUDEMANS JR., VAN BEMMELEN, BIERENS DE HAAN, HUBRECHT, FRANCHIMONT, HOEK, DE VRIES, KOSTER, J. A. C. OUDEMANS, KORTEWEG, DIBBITS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— De Heeren SCHOLS en VAN DIESEN hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 28 Maart 1885; 2°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van de bibliotheek van Teijler's Stichting te Haarlem, 4 April 1885; 3°. D. DE HAAN, waarnemend Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem,

April 1885; 4°. J. A. Grothe, Secretaris van het Historisch Genootschap te Utrecht, Maart 1885; 5°. de Gedeputeerde Staten van Friesland te Leeuwarden, 16 April 1885; 6°. A. Lameere, Secretaris der Société entomologique de Belgique te Brussel, 4 April 1885; 7°. den Directeur van het Observatoire royal te Brussel, 4 April 1885; 8°. A. Tielemans, Bibliothecaris der Université catholique te Leuven, 4 April 1885; 9°. P. J. van Beneden, Leuven, 5 April 1885; 10°. P. Willems, Leuven, 18 April 1885; 11°. Milne Edwards, Parijs, 21 April 1885; 12°. den Secretaris der Société d'agriculture, sciences et arts te Valenciennes, 21 April 1885; 13°. A. Gasté, Secretaris der Académie des sciences, arts et belles-lettres te Caen, 22 April 1885; 14°. P. L. Sclater, Secretaris der Zoological Society te Londen, 30 Maart 1885; 15°. J. Baxendell, Secretaris der Literary and Philosophical Society te Manchester, 7 April 1885; 16°. den Directeur van het royal Institut géologique de Hongrie te Budapest, 3 April 1885; 17°. H. von Helmholtz, Berlijn, 14 Maart 1885; 18°. G. Kirchhoff, Berlijn, 29 Maart 1885; 19°. Luther, Directeur der kön. Sternwarte te Koningsbergen, 4 April 1885; 20°. H. L. Fleischer, Leipzig, 1 April 1885; 21°. B. Windscheid, Leipzig, 1 April 1885; 22°. R. von Jhering, Göttingen, 17 April 1885; 23°. Th. Nöldeke, Straatsburg, 17 April 1885; 24°. R. Reuss, Bibliothecaris der Bibliothèque municipale te Straatsburg, 18 April 1885; 25°. H. Beuthin, Secretaris van het Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung te Hamburg, 28 Maart 1885; 26°. G. Karsten, Voorzitter van het naturwissenschaftliche Verein für Schleswig-Holstein te Kiel, 13 April 1885; 27°. Buchenau, Secretaris van het naturforschende Verein te Bremen, 2 April 1885; 28°. F. E. Koch, Secretaris van het Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg te Güstrow, 31 Maart 1885; 29°. Muldener, Bibliothecaris der kön. Universitäts-Bibliothek te Greifswald, 31 Maart 1885; 30°. R. Thalen, Bibliothecaris der Société royale des sciences te Upsala, 14 April 1885; 31°. Bonola, Secretaris der Société khédiviale de Géographie te Caïro, 25 Maart 1885. Aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 9, 11 April 1885; 2°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 15 April 1885; 3°. het Ministerie van Marine te 's Gravenhage, 20 April 1885; 4°. S. Muller Fz., Archivaris der Rijks-Archieven te Utrecht, Maart 1885; 5°. L. Mandon, Bibliothecaris der Académie des sciences et lettres te Montpellier, 1885; 6°. den Directeur van het royal Institut géologique de Hongrie te Budapest, 2 April 1885; 7°. D. Carutti, Secretaris der Reale Accademia dei Lincei te Rome, 6 Maart 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. eene missive van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (23 April 1885), waarin der Afdeeling wordt medegedeeld, dat Z. M. de Koning de benoemingen van de Heeren C. H. D. Buys Ballot tot Voorzitter en J. D. van der Waals tot Ondervoorzitter bekrachtigd heeft; 2°. een schrijven van de Heeren J. C. en W. Kapteyn (14 April 1885), respectievelijk Hoogleeraren te Groningen en te Utrecht, ter begeleiding eener Verhandeling, getiteld: »les Sinus supérieurs", waarvan de opneming in de werken der Akademie verzocht wordt.

De Verhandeling wordt door den Voorzitter in handen gesteld van de Heeren Bierens de Haan en Korteweg, die de opdracht om daarover advies uit te brengen in de Mei-Vergadering, aannemen.

— De Commissie voor het ontsmettings-regulatief (de Heeren Zeeman, Gunning en Mac Gillavry) brengt rapport uit over het ontwerp, der Afdeeling door Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken toegezonden en verklaart dat zij zich hiermede zeer wel kan vereenigen. Het komt haar echter wenschelijk voor, de bedoelingen der ontwerpers hier en daar iets breeder uiteen te zetten en, in het belang der zaak, nog enkele bepalingen aan het geheel van paragrafen

toe te voegen. Een en ander wordt, bij monde van den Heer MAC GILLAVRY, nader toegelicht. De Vergadering hecht hare goedkeuring aan de gemaakte opmerkingen en besluit, een afschrift van het rapport binnen den kortst mogelijken tijd aan Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken te doen toekomen. Der Commissie wordt voor de vervulling van haar arbeid door den Voorzitter dank gezegd.

— De Heer MULDER biedt voor de *Verslagen en Mededeelingen* een vervolg aan op zijne vroegere onderzoekingen »Over een effluve-ozonometer en ontledingssnelheid van ozon" en licht de door hem verkregen uitkomsten mondeling nader toe.

— De Heer A. C. OUDEMANS JR. spreekt: »Over het verband tusschen chemisch karakter en soortelijk draaiingsvermogen." Hij brengt in herinnering, welke uitkomsten vroeger door hem zijn verkregen bij het onderzoek naar den invloed van zuren op het soortelijk draaiingsvermogen van alcaloïden, en deelt mede, dat hij thans zijn onderzoek heeft uitgestrekt tot de wijziging in het soortelijk draaiingsvermogen van optisch actieve zuren, in het bijzonder van kinazuur en podocarpinezuur, onder den invloed van inactieve bases. De slotsom is, dat dezelfde wetten, welke voor één- en tweezurige alcaloïden gelden, eveneens op één- en tweebasische zuren van toepassing zijn.

Behalve eene verhandeling over het besproken onderwerp, wordt door den Heer OUDEMANS nog eene tweede aangeboden voor de *Verslagen en Mededeelingen*, getiteld: »Over de densiteit, den uitzettings-coëfficiënt en den brekingsaanwijzer van aethylaether."

— De Heer LORENTZ handelt: »Over de gevolgen, die uit de verbinding der stelling van het viriaal met de tweede wet der mechanische warmtetheorie worden afgeleid" en wenscht een opstel daarover in de *Verslagen en Mededeelingen* opgenomen te zien.

— De Heer VERLOREN leest het vervolg zijner »Beschouwingen over de ontwikkeling der bewerktuigde wezens".

— De Heer BIERENS DE HAAN doet de volgende mededeeling:

Toen ik te Londen in de Bibliotheek der Royal Society (Burlington House, Piccadilly) bezig was aan het nemen van afschriften van een 70-tal brieven van CHRISTIAAN HUYGENS aan Sir ROBERT MORAY, Dr. W. WALLIS en aan OLDENBURG, vond ik aldaar, ook in het register van de Royal Society, menig belangrijk stuk. Het is thans de plaats niet, hierover in bijzonderheden te treden; alleen omtrent een enkel punt eenige opmerkingen.

De thermometerschaal werd vroeger aan FAHRENHEIT toegeschreven, die haar op verschillende wijzen inrichtte, tot hij ten laatste op de tegenwoordige verdeeling te land kwam. De Heer R. H. SCOTT, President van de R. Meteorological Society te London heeft echter deze zaak historisch onderzocht en in Julij 1884 een verslag daarover uitgebracht, waaruit bleek dat deze gedachte moest worden toegeschreven aan R. HOOKE, die in zijne Micrographia van 1667 daarvan melding maakt. Hij scheen wel eenigszins trotsch er op te zijn, dat deze verdeeling niet eene Fransche maar eene Engelsche was. Nu is mij uit een brief van HUYGENS: 2 Jan. 1665 gebleken, dat aan dezen grooten geleerde ook hier de voorrang behoort. Hier volge een stuk van zijn brief aan ROBERT MORAY, gevonden in het Archief van de Royal Society.

»Il seroit bon de || songer a une mesure uniuerselle et determinee du froid || et du chaud: en faisant premierement que la capacité || de la boule eut une certaine proportion a celle du tuyau, || et puis prenant pour commencement le degrè de froid || par lequel l'eau commence à geler, ou bien le degrè de || chaud de l'eau bouillante: a fin que sans s'envoier de || thermometre l'on pust se communiquer les degrez || du chaud et du froid qu'on auroit trouvè dans les experiences || et les consigner à la posteritè."

Ook werd aan HUYGENS toegeschreven de uitvinding van

hydrauliques à colonnes liquides oscillantes. Paris 1883. Tome I—II. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1884. 10e Année. Vol. IX. N°. 401—405. 4°.

V. Duruy. Histoire des Romains depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'invasion des barbares. Paris 1884. Livr. 327—330. roy. 8°.

J. B. Carpentier. La photographie appliquée aux sciences biologiques et la physiographie du Dr. A. L. Donnadieu. Lyon 1884. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Philosophical Transactions of the Royal Society. London 1883—1884. Vol. CLXXIV. Part 2—3. 4°.

Inhoud, Part 2:

W. Kitchen Parker. On the skeleton of the marsipobranch fishes.
W. C. Williamson. On the organization of the fossil plants of the coal-measures. Part XII.
Warren de la Rue. Experimental researches on the electric discharge with the chloride of silver battery. Part IV.
H. Lamb. On electrical motions in a spherical conductor.
W. B. Carpenter. Researches on the foraminifera. Supplemental memoir. On a abyssal type of the genus orbitolites; a study in the theory of descent
Owen. On the affinities of Thylacoleo.
H Marshall Ward. On the morphology and the development of the perithecium of Meliola, a genus of tropical epiphyllous fungi.
T. S. Humpidge On the atomic weight of glucinum (Beryllium).
E. W. Creak. On the changes which take place in the deviations of the standard compass in the iron armour-plated, iron, and composite-built ships of the Royal Navy, on a considerable change of magnetic latitude.
Owen. Pelvic characters of Thylacolea carnifex.

A. W. Reinold. The limiting thickness of liquid films.
H. Newell Martin. The direct influence of gradual variations of of the temperature upon the rate of beat dog's heart.

Part 3:

S. J. Hickson. On the ciliated groove (Siphonoglyphe) in the stomodaeum of the alcyonarians.
J. J. Thomson. On the determination of the number of electrostatic units in the electromagnetic unit of electricity.
E. W. Wilson. The development of renilla.
W. Gardiner. On the continuity of the protoplasm through the walls of vegetable cells.
J. Bennet Lawes. Supplement to former paper, entitled „Experimental inquiry into the composition of some of the animal fed and slaughtered as human food".
W. Crookes. On radiant matter spectroscopy: the detection and wide distribution of yttrium.
P. H. Carpenter. On a new crinoid from the southern sea.
O. Reynolds. An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels.

List of fellows of the Royal Society. 30th November 1883. 4°.

Proceedings of the Royal Society. London 1884. Vol. XXXVI. N°. 229--230. 8°.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLIV. N°. 7. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1884. New Series. Vol. VI. N°. 6. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1884. 2d Series. Vol. IV. N°. 3. 8°.

Catalogue of the library of the Zoological Society. London 1883. Supplement. Additions to August, 30 1883. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society. London 1883. Part 4. 1884. Part 1. 8°.

OOSTENRIJK.

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1883. Jahrg. 44. 4°.

Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. Graz 1884. Jahrg. 1883. Heft 20. 8°.

Haupt-Repertorium über sämmtliche Vorträge, Abhandlungen und fachwissenschaftliche Notizen welche sich in den Heften 1 bis 20 der »Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark" befinden. Graz 1884. 8°.

XI—XIII Jahresbericht der Historisch-antiq. Gesellschaft von Graubünden. Chur 1881—1883. 8°.

Bollettino della Società Adriatica di scienze naturali. Triest 1883—1884. Vol. VIII. 8°.

DUITSCHLAND.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1884. Jahrg. 19. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft. Leipzig 1884. Jahrg. 10. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1884. Jahrg. 7. N°. 169—170. 8°.

XXXI Bericht des Vereines für Naturkunde. Kassel 1884. 8°.

ITALIË.

Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Venezia 1883—1884. Serie 6. Tomo I. Disp. 4—10. Tomo II. Disp. 1—2. 8°.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1884. Vol. XIX. Disp. 3. 8°.

SPANJE.

Anuaria del Observatorio de Madrid 1879. Ano XVIII. 1880. 8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, durante los anos 1879, 1880 y 1881. Madrid 1881—1883. 3 Vol. 8°.

Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante los anos 1876, 1877, 1878, 1879, 1880 y 1882, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid. 1883—1884. 2 Vol. 8°.

DENEMARKEN.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. 1884. 5e Série. Classe des lettres. Vol. V. N°. 3. 4°.

Inhoud:

J. L. Ussing. Nye erhvervelser til antiksamlingen i Kjöbenhavn.

Regesta diplomatica historiae Danicae cura Societis regiae scientiarum danicae. Kjöbenhavn 1883. 2de Raekke. Bind I. N°. 3. 4°.

Oversigt over det Kong. danske Videnskabernes Selskab. Kjöbenhavn 1883. N°. 3. 1884. N°. 1. 8°.

RUSLAND.

Sitzungsberichte der Naturforscher Gesellschaft. Dorpat 1884. Band VI. Heft 3. 8°.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands, herausgegeben von der Dorpater Naturforscher Gesellschaft. Dorpat 1884. 2te Serie. Biologische Naturkunde. Band IX. Lief 5. 8°.

RUMENIË.

Analele Academiei Romane. Bucuresci 1884. Seria 2. Tomo IV. Sect 2. 2 Afl. Tomo V. Sect 1. Sect 2. 2 Afl. 4°.

Istoria Romana de Titu Liviu tradusa de N. Barbu, publicata de Academia Romana. Bucuresci 1884. Tomu I. 8°.

AZIË

Meteorological observations recorded at six stations in India, September-December 1883. Calcutta 1884. fol.

Rainfall chart of India, showing the average annual distribution of the rainfall according to locality and season. Compiled for the Government of India by Henry F. Blanford. Calcutta 1883. 2 bladen. fol.

AMERIKA.

Astronomical papers, prepared for the use of the Ame-

rican ephemeris and nautical almanac. Washington 1884. Vol. II. Part 1—2. Vol. III. Part 1. 4°.

Report to the Secretary of the Navy on recent improvements in astronomical instruments by SIMON NEWCOMB. Washington 1884. 8°.

Journal of the American medical association. Chicago 1884. Vol. II. N°. 20—24. 4°.

Science. Cambridge 1884. Vol. III. N°. 67—68. 70—71. 4°.

Proceedings of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1884. Part 1. 8°.

American journal of philology, edited by B. L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1884. Vol. V. N°. 1. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1884. Tomo IX. N°. 44—52. fol.

El Ensayo medico. Caracas 1884. Ano I. N°. 18—20 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Airos 1884. Tomo XVII. Entr. 4. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1884. Vol. VIII. Part 4. 8°.

Journal and proceedings of the Royal Society of N. S. W. Sydney 1883. Vol. XVI. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Algemeen Register op Deel XXI—XXX. Amsterdam 1884. 8°.

De Navorscher. Amsterdam 1884. Nieuwe Serie. Jaarg. 17. N°. 4. 8°.

Journal des savants. Paris, Mai 1884. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques. Paris 1884. 2e Série. Tome VIII. Avril—Mai. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1884. 5th Series. Vol. XVII. N°. 108—109. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1884. 5th Series. Vol. XIII. N°. 78. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. Göttingen 1884. N°. 10—11. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1884. Neue Folge. Band XII. Heft 2. Beiblätter. Band VIII. St. 5. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLII. Heft 8—12. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1884. 3e Période. Tome XXII. N°. 65. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAANDEN JULI, AUGUSTUS EN SEPTEMBER 1884.

NEDERLAND.

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Amsterdam 1884. Jaarg. 13. 1ste ged. 8°

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam. 1884 N°. 3—4. 8°.

Algemeen jaarlijksch verslag van de Maatschappij voor den werkenden stand over het jaar 1883. Amsterdam 1884. 8°.

Statuten der Maatschappij voor den werkenden stand gevestigd te Amsterdam. 8°.

Staatkundig en staathuishoudkundig jaarboekje voor 1884; uitgegeven door de Vereeniging voor de statistiek in Nederland. Amsterdam 1884. Jaarg. 36. Afl. 1. 8°.

Simon Stevin, »van de spiegeling der singkonst" et »van de molens' deux traités inédits. Reimpression par Dr. D. Bierens de Haan. Amsterdam 1884. kl. 4°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevorderiug van nijverheid. Haarlem 1884. 4lc Reeks Deel VIII. N°. 6—8. 8°.

Museum van Kunstnijverheid op het Paviljoen te Haarlem. Catalogus der boeken en plaatwerken. 1884. 8°.

Verslag van den toestand der Stads Bibliotheek te Haarlem over het jaar 1883. 8°.

J. H. Wakker. Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Haarlem z. j. roy. 8°. (Verslag over het jaar 1883 der Algemeene Vereeniging voor bloembollencultuur).

Catalogus der Bibliotheek van de Nederlandsche dierkundige vereeniging. Leiden 1884. 3^le^ Uitgave. 8°.

Flora Batava. Leiden 1884. Afl. 265—266. 4°.

Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1883—1884. 's Gravenhage 1884. Afl. 3 – 5. Algemeen verslag over het instituutsjaar 1883 – 1884. 4°.

Bijdragen tot de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het Koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1884. 4^de^ Reeks. Deel VIII. Stuk 2. 8°.

Verslag aan den Koning van de bevindingen en handelingen van het veeartsenijkundig staatstoezicht in het jaar 1883. 's Gravenhage 1884. 4°.

Nota over de waarnemingen van het slibgehalte in de Nederlandsche rivieren en stroomen gedurende de jaren 1881 en 1882. 's Gravenhage 1884. 2 Dl. 4°.

Beschouwingen over eenige rivieren, waaronder Nederlandsche, in verband met de handels- en scheepvaartbelangen, en met enkele vraagstukken die in de laatste jaren zijn voorgekomen door J. G. W. Fijnje. 's Gravenhage 1884. 1^ste^ gedeelte. 4°.
(Uitgegeven op last van het Departement van Waterstaat, Handel en Nijverheid).

Mededeelingen betreffende het zeewezen. 's Gravenhage 1884. Deel XXV. Afl 3. 8°.
(Uitgegeven door het Departement van Marine).

Recueil des traités et conventions conclus par le royaume des Pays-Bas avec les puissances étrangères, depuis 1813 jusqu'à nos jours par E. G. Lagemans. la Haye 1884. Tome IX. Livr. 1. 8°.

J. F. W. Conrad. Beoordeeling van het door Jhr. H. Th. Hora Siccama opgemaakt ontwerp eener zeehaven te Scheveningen. 's Gravenhage 1884. 4°.

J. J. Roelants. Over den waterspiegel der zee langs de Nederlandsche kust. 's Gravenhage 1884. 4°.
(Overgedrukt uit het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs).

De moord van 1584. — Oorspronkelijke verhalen en gelijktijdige berichten van den moord gepleegd op Prins Willem van Oranje. Met eenige bijlagen en aanteekeningen uitgegeven door J. G. Frederiks. 's Gravenhage 1884. 8°.

Redevoeringen in de Tweede Kamer der Staten-Generaal door Mr. W. Wintgens. 1849—1884. 's Gravenhage 1862—1884. 8 Dl. 8°.

W. Wintgens. Redevoeringen over regterlijke organisatie. 's Gravenhage 1861. 8°.

— — — — Redevoeringen over koloniale onderwerpen in de Tweede Kamer der Staten-Generaal 's Gravenhage 1866. 8°.

———— Redevoeringen over de begrooting van Nederlandsch-Indië voor 1879 in de Tweede Kamer

der Staten-Generaal op 25, 26, 27, 28, 29 en 30 November 1878. 's Gravenhage 1878. 8°.

W. Wintgens. Redevoering over de conversie der gemeentegronden op Java en Madura. 's Gravenhage 1882. 8°.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1877, uitgegeven door het Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Utrecht 1884. Jaarg. 26. Deel II. 4°. Oblong.

Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Tabellarisch overzicht der meteorologische waarnemingen van Nederlandsche en Duitsche schepen in de Chineesche Zee. Quadraat 97^A. Utrecht 1884. 4°.

Munt-Kabinet van 's Rijks Munt te Utrecht. Catalogus der gouden, zilveren en koperen speciën van de Republiek der Vereenigde Nederlanden, geslagen sedert de Pacificatie van Gent tot het einde der 18^de eeuw. Utrecht (1884). 8°.

J. C. Naber. Calvinist of Libertijnsch? (1572—1631). Utrecht 1884. 8°.

J. A. C. Oudemans. Handleiding voor tijds-, breedte- en azimuthbepaling met het universaal-instrument, samengesteld ten dienste der triangulatie van Java en Sumatra. Utrecht 1884. 8°.

Geodetische formules en tafels ten gebruike bij de triangulatie van het eiland Sumatra. Utrecht 1884. roy. 8°.

Th. Ign. Welwaarts. Levensschets van den Norbertyn L. van Cannart d'Hamale. Utrecht, Rotterdam, Breda 1884. 8°.

Rijkslandbouwschool te Wageningen. Programma van het onderwijs voor het leerjaar 1884—85. 8°.

H. F Fijnje. Beschouwing over het normaliseeren der rivieren in het belang van de scheepvaart. Nijmegen 1884. 8°.

Beschrijving van het huldeblijk door ingezetenen van Noord-Brabant der Regeering aangeboden naar aanleiding der wet van 26 Januari 1883 (Staatsblad N°. 4) tot verlegging der uitmonding van de Maas. 's Hertogenbosch 1884. 4°.

Handelingen van het Provinciaal Genootschap van kunsten en wetenschappen in Noord-Brabant. 1883—1884. 's Hertogenbosch 1884. 8°.

Verslag van den toestand der Provincie Friesland in 1883. Leeuwarden 1884. 8°.

De patriot J. H. Swildens gehandhaafd als de vader der gedachte van het neutraal godsdienstig onderwijs enz. Antwoorden op de vraagteekens van J. A. S. door Mr. W. B. S. Boeles. Leeuwarden 1884. 8°.

Aanwinsten van het munt-, penning- en zegelkabinet van het Friesch Genootschap voor geschiedenis en oudheidkunde. 1882—1883. 8°.

J. Dirks. Penningkundig Repertorium. N°. 39—42. 8°.

B. D. H. Tellegen. De wedergeboorte van Nederland. Groningen 1884. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voor-

naamste handelsartikelen gedurende de maanden Mei, Juni en Juli 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maanden December 1883—April 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maanden December 1883 – April 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. 's Gravenhage 1884. Deel XLIV. 4°.

Inhoud:

A. G. Vreede. Drie teksten van tooneelstukken uit de Wayang Poerwâ. 2e Deel.

Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1884. Deel XXIX. Afl. 4. Deel XXX. Afl. 1—2. 8°.

Notulen van de algemeene en bestuursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1884. Deel XXII. Afl. 1. 8°.

Geneeskundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië, Batavia 1884. Deel XXIV. Afl. 1—2. 8°.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1884. Vol. IV. Part. 1 8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1884. Jaarg. 5. 8°.

R. D. M. Verbeek. Krakatau. Eerste gedeelte. Batavia 1884. roy. 8°.

——————— Rapport over een onderzoek van den vulkaan Merapi op Java. Batavia 1884. roy. 8°.

——————— Verslag over een onderzoek van den vulkaan Merapi in December 1883. 8°.
(Overgedrukt uit het Natuurk. Tijdschrift voor N.-Indië. Deel XLIV).

BELGIË.

Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. Tome VII. Fasc. 4. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome XVIII. N°. 6—8. 8°.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome VII. N°. 5—6. 8°.

C. Le Paige. Sur quelques questions relatives aux quartiques planes. 8°.
(Extrait des Annales de la Société scientifique de Bruxelles. 8e Année).

P. Albrecht. Sur la valeur morphologique de la trompe d'Eustache et les dérivés de l'arc palatin, de l'arc mandibulaire et de l'arc hyoïdien des vertébrés, suivi

de la preuve que le »symplectico-hyomandibulaire" est morphologiquement indépendant de l'arc hyoïdien. Bruxelles 1884. 8°.

P. Albrecht. Sur les spondylocentres épipituitaires du crane, la non-existence de la poche de Rathke et la présence de la chorde dorsale et de spondylocentres dans le cartilage de la cloison du nez des vertébrés. Bruxelles 1884. 8°.

———— Ueber die morphologische Bedeutung der Kiefer-Lippen- und Gesichtsspalten. 8°.
(Separat-Abdruck aus dem Centralblatt für Chirurgie, 1884.)

H. Schuermans. Les Etrusques n'ont jamais habité Eygenbilsen. Bruxelles 1884. 8°.
(Extrait du Bulletin des Commissions royales d'art et d'archéologie.)

Mémoires de la Société royale des sciences de Liége. Bruxelles 1883. Supplément au Tome X. 4°.

Inhoud:

F. Folie. Douze tables pour le calcul des réductions stellaires.

C. Ubaghs. L'age et l'homme préhistoriques et ses ustensiles de la station lacustre près de Maestricht. Liège 1884. 2de Edition. 8°.

Natura, maandschrift voor natuurwetenschappen, uitgegeven door het Natuurwetenschappelijk Genootschap. Gent 1884. 2de Jaarg. Afl. 7—8. 8°.

F. de Potter en J. Broeckaert. Geschiedenis van de gemeenten der provincie Oost-Vlaanderen. Gent 1884. Deel XXXIV. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1884. Tome XCVIII. N°. 25—26. Tome XCIX. N°. 1—11. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1884. 2e Série. Tome XIII. N°. 26—38. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1884 Tome XII. N°. 2—3. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. Paris 1884. 8e Série. Tome I. N°. 1—32. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1884. 10e Année. Vol. IX. N°. 406—418. 4°.

V. Duruy. Histoire des Romains depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'invasion des barbares. Paris 1884. Livr. 331—336. roy. 8°.

Oeuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des sciences. Paris 1884. Tome VI. 4°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, publié par la Société d'agriculture, sciences et arts de Valenciennes. 1884. Tome XXXVII. N°. 4—5. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the Royal Society. London 1884. Vol. XXXVI. N°. 231. Vol. XXXVII. N°. 232. 8°.

Memoirs of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLVIII. Part 1. 4°.

Inhoud:

D. GILL and W. L. ELKIN. Heliometer-determinations of stellar parallax in the southern hemisphere.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLIV. N°. 8. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1884. 2d Series. Vol. IV. Part 4. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1884. New Series. Vol. VI. N°. 7—9. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society. London 1884. Part 2. 8°.

List of the fellows of the Zoological Society. London 1884. 8°.

Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1884. Vol. XVI. Part 3. 8°.

Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1884. Vol. XIV. N°. 1. 8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1882. London 1884. 4°.

A catalogue of the Greek coins in the British Museum. Central Greece. London 1884. 8°.

Notes of the services of B. H. Hodgson, Esq. F. R. S. F. R. A. S. collected by a friend. 1883. 8°.

J. P. Six. Le satrape Mazaïos. London 1884. 8°. (Extrait du »Numismatic chronicle". Vol. IV.).

J. Fergusson and J. Burgess. The cave temples of India. London 1880. 8°.

Archaeological Survey of Western India. Vol. I—V. London 1874—1883. 4°.

Inhoud:

Vol. I. J. Burgess. Report of the first season's operations in the Belgâm and Kaladgi districts. January to May 1884.
Vol. II. ———— Report on the antiquities of Kâthiâwâd and Kachh, 1874—1875.
Vol. III. ———— Report on the antiquities in the Bidar and Aurangabad districts in the territories of his highness the Nizam of Haidarabad. 1875--1876.
Vol. IV. ———— Report on the Buddhist cave temples and their inscriptions 1876—1879. Supplementary to the volume on »the cave temples of India".
Vol. V. ———— Report on the Elura cave temples and the Brahmanical and Jaina caves in Western India. 1877—1879. Supplementary to the volume on »the cave temples of India".

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, during the years 1873—1876. London 1882—84. Zoology. Vol. I. II. III. (Part. 1) IV. V. VI. VII. VIII. (Part. 1, 2) and IX. Physics and chemistry. Vol. I. Narrative. Vol. II. 11 Deelen. 4°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Mittheilungen der Kais. Kön. geographischen Gesellschaft. Wien 1883. Band XXVI. 8°.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. Im Auftrage

des Vereines »Lotos". Prag 1884. Neue Folge. Band V. 8°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1883—1884. Band VI. Heft. 7—10. Band. VII. Heft 1. roy. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1883—1884. Kötet XIII. Füzet 7—12. Kötet XIV. Füzet 1—3. roy. 8°.

Jahresbericht der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt für 1882. Budapest 1883. 8°.

DUITSCHLAND.

Abhandlungen der Kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1883. Berlin 1884. 4°.

Inhoud:

Schrader. Gedächtnissrede auf Justus Olshausen.
Eichler. Beiträge zur Morphologie und Systematik der Marantaceen.
Hagen. Geschwindigkeit des Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von Brünings ausgeführten Messungen.
Kronecker. Ueber bilineare Formen mit vier Variabeln.
Tobler. Die altvenetianische Uebersetzung der Sprüche des Dionysius Cato.
Schrader. Zur Frage nach dem Ursprunge der altbabylonischen Cultur.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1884. Band XCVI. Heft 3. Band XCVII. Heft 1—2. 8°.

M. Wallies. Themistii quae fertur in Aristotelis analyticorum priorum librum I paraphrasis.

M. Hayduck. Anonymi in Aristotelis sophisticos elenchos paraphrasis. Berolini 1884. 8°.
(Commentaria in Aristotelem Graeca. Vol. XXIII. Partes 3—4.)

Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft. Königsberg 1883—1884. Jahrg. 24. Abth. 1—2. 4°.

Schriften der Naturforschenden Gesellschaft. Danzig 1884. Neue Folge. Band VI. Heft 1. roy. 8°.

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. Bonn 1883. Jahrg. 40. Zweite Hälfte. Jahrg. 41. Erste Hälfte. 8°.

W. Blasius. Ueber eine kleine Sammlung von Vögeln aus Java. 8°.
(Separat-Abdruck a. d. Jahresbericht d. Vereins f. Naturw. zu Braunschweig.)

——— Ueber wahrscheinlich schon von der eingeborenen Sammlern und Jägern ausgeführte Fälschungen von Vogelbälgen aus Ecuador. 8°.
(Separat Abdruck a. d. Jahresbericht d. Vereins f. Naturw. zu Braunschweig.)

——— Ueber die lezten Vorkommnisse des Riesen-Alks (Alca impennis) und die in Braunschweig und an anderen Orten befindlichen Exemplare dieser art. 8°.
(Separat-Abdruck a. d. Jahresbericht d. Vereins f. Naturw. zu Braunschweig).

——— Ueber Spermophilus rufescens Keys. u. Blas., den Orenburger Ziesel, besonders dessen Eigenschaften, Lebensweise, Knochenbau und fossile Vorkommnisse. 8°.

(Separat-Abdruck a. d. Jahresbericht d. Vereins f. Naturw. zu Braunschweig.)

W. Blasius. Der Japanische Nörz, Foetorius Itatsi (Temm.), in seinen Beziehungen zu den übrigen Arten der Gattung Foetorius im Allgemeinen und der Untergattung Lutreola im Besondern. Bamberg 1884. 8°. (Separat-Abdruck a. d. Bericht der Naturforsch. Gesellsch. in Bamberg.)

———— Zur Geschichte der Ueberreste von Alca impennis Linn. Naumburg 1884. 8°.
(Separat-Abdruck aus Cabanis Journal für Ornithologie 1884).

———— Ellobius Tancréi nov. sp., ein neuer Moll-Lemming oder Wurfmoll aus dem Altai-Gebiete. 8°. (Separat-Abdruck a. d. Zoologischen Anzeiger 1884.)

Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1884. Band XIII. Heft 4. 4°.

Inhoud:

F. Richters. Beitrag zur Kenntniss der Crustaceenfauna des Behringsmeeres.

H. Strahl. Ueber Wachsthumsvorgänge an Embryonen von Lacerta agilis.

Veröffentlichungen der Grossherzoglichen Sternwarte zu Karlsruhe. 1884. Heft 1. 4°.

Inhoud:

W. Valentiner. Beobachtungen am Meridiankreis.

Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowki'schen Gesellschaft. Leipzig 1884. N°. 16 der historisch-nationalökonomischen Section. 4°.

Inhoud:

R. Pöhlmann. Die Uebervölkerung der antiken Grossstädte im Zusammenhange mit der Gesammtentwicklung städtischer Civilisation dargestellt.

Wochenschrift für klassische Philologie herausgegeben von W. Hirschfelder. Leipzig 1884. Jahrg. 1. N°. 21—35. 4°.

R. Hoppe. Grunerts Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1884. 2e Reihe. Teil I. Heft 2. Inhaltsverseichniss zu Teil LV—LXX. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1884. Jahrg. 7. N°. 171—176. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1884. Band XXX. N°. 6—8. Ergänzungsheft N°. 75. 4°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der Medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1884. Band XVI. Heft 3—4. 8°.

Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft für das Jahr 1883. Jena 1884. 8°.

Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft. Halle 1884. Band XVI. Heft 2. 4°.

Inhoud:

G. Kraus. Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze. IV. Die Acidität des Zellsaftes.

H. Grenacher. Abhandlungen zur vergleichenden Anatomie des Auges.

Bericht über die Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle im Jahre 1883. Halle 1884. 8°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a. S. 1884. 4te Folge. Band III. Heft 2—3. 8°.

Verhandlungen des Naturhistorisch-medicinischen Vereins. Heidelberg 1884. Neue Folge. Band III. Heft 3. 8°.

Katalog der Bibliothek der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. Hanau 1883. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Kön. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1883. Band XIV. Abth. 3. 4°.

Inhoud:

C. M. von Bauernfeind. Das Bayerische Präcisions-Nivellement. 6ste Mittheilung.

G. Bauer. Von der Hesse'schen Determinante der Hesse'schen Fläche einer Fläche dritter Ordnung.

A. von Braunmühl. Ueber die reducirte Länge eines geodätischen Bogens und die Bildung jener Flächen, deren Normalen eine gegebene Fläche berühren.

C. M. von Bauernfeind. Neue Beobachtungen über die tägliche Periode barometrisch bestimmter Höhen.

C. von Orff. Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels auf der Sternwarte zu Bogenhausen.

Monumenta Tridentina. Beiträge zur Geschichte des Concils von Trient von A. von Druffel. München 1884. Heft 1. 4°.

Frans von Kobell. Eine Denkschrift von K. Haushofer. München 1884. 4°.

Gedächtnissrede auf Theodor L. W. von Bischoff von C. Kupffer. München 1884. 4°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe

der Kön. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe der Kön. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 1—2. 8°.

Almanach der Kön. Bayerischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1884. München. 8°.

Correspondenz-Blatt des Naturwissenschaftlichen Vereines (früher Zoologisch-mineralogischer Verein). Regensburg 1883. Jahrg. 37. 8°.

Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde, herausgegeben von dem kön. Statistisch-topopraphischen Bureau. Stuttgart 1883—1884. Jahrg. 1883. Band I—II. roy. 8°.

Das Königreich Württemberg. Eine Beschreibung von Land, Volk und Staat. Stuttgart 1883—1884. Lieferung 6—9. 8°.

ZWITSERLAND.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lausanne 1884. 2e Série. Vol. XX. N°. 90. 8°.

ITALIË.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Roma 1884. Serie 3. Transunti. Vol. VIII. Fasc. 11—15. 4°.

Memorie della Regia Accademia di scienze, lettere ed arti, Modena 1884. Serie 2. Vol. II. 4°.

Inhoud:

D. Ragona. Andamento annuale della pressione atmosferica.
A. Carruccio e V. Ragazzi. Specie animali dell'America del Sud.
A. Cuoghi-Constantini. Ricerche elettrolitiche. Parte 1. Elettrolisi dell'acqua.
A. Favaro. La difesa di Galileo scritta da Bernardo Averani.
N. Manfredi. La congiuntivite jequiritica e la sua efficacia nella cura del tracoma.
P. Foa e P. Pellacani. Sul fermento fibrinogeno e sulle azioni tossiche esercitate da alcuni organi freschi
D. Ragona. Studi sulla oscillazione diurna e sulla declinazione magnetica.
L. F. Valdrighi. Fabbricatori d'istrumenti armonici.

Memorie della Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. 1883. Serie 4. Tomo IV. Fasc. 1—4. 4°.

Inhoud:

E. Brizio. La grotta del Farne nel comune di San Lazzaro presso Bologna.
L. Calori. Di tre mostri doppi sicefalli e particolarmente del giano.
C. Taruffi. Caso d'epatite ipertrofica.
G. Cocconi e F. Morini. La sistemazione delle Puccinie.
F. P. Ruffini. Degli inviluppi nulli della classe seconda, di un dato sistema di punti affetti da coeficienti dati
C. Taruffi. Studi sintomatici ed antropometrici sul cretinismo della Valle d'Aosta.
F. Verardini. Nuovo contributo di studio sulla malattia d'Addison.
E. Beltrami. Sulle funzioni associate e specialmente su quelle della calotta sferica.
A. Righi. Sui cambiamenti di lunghezza d'onda ottenuti colla rotazione d'un polarizzatore e sul fenomeno dei battimenti prodotto colle vibrazioni luminose.
G. Gibelli. Nuovi studi sulla malattia del castagno detta dell'inchiostro.
G. Tizzoni. Epitelioma a globi jalini o cilindroma di natura epiteliale della vulva.
A. Cavazzi. Studio sopra alcune relazioni dell'idrogene fosforato gassoso.

P. Loreta. Di un uncino fatto a pinzetta e di una pinzetta portalacci e serranodi.

———— Intorno alla divulsione digitale del piloro osservazioni cliniche.

G. Peli. Sulla relativa lunghezza del collo in ambi i sessi e sulla disposizione da darsi al capo nelle ricerche antropometriche.

E. Villari. Ulteriori ricerche sulle figure elettriche dei condensatori.

A. Gotti. Sulla inoculazione della pleuropneumonia contagiosa de Buoi mediante iniezione intravenosa di virus peripneumonico.

C. Arzela. Sui prodotti infiniti.

P. Riccardi. Cenni della storia sulla geodesia in Italia dalle prime epoche fin'oltre la meta del secolo XIX.

E. Villari. Intorno ad un singolare effetto meccanico della scarica elettrica.

P. Predieri. La malaria e le bonifiche in Italia.

G. Brugnoli. Della porpora nervosa in relazione alla malattia per la quale morì il Senatore Prof. Francesco Rizzoli.

V. Colucci. Studi ed osservazioni sull'anatomia patalogica degli Animali domestici.

L. Calori. Intorno al processo sopracondiloideo interno del femore nei mammiferi e nell'uomo.

M. Fiorini. Sopra la proiezione cartografica isogonica.

A. Cavazzi. Intorno al saggio chimico della meteorite caduta in alfianello.

F. Morini. Alcune osservazioni sul muro racemosus Fresenius.

E. Villari. Sul calorico totale svolto da una o piu scintille generate dalla scarica di un condensatore.

G. Capellini. Di un orca fossile scoperta a Cetona in Toscana.

C. Razzaboni. Del moto lineare dei liquidi tenendo conto della loro viscosita con applicazione ad alcuni casi d'efflusso.

G. B. Ercolani. Nuove ricerche di anatomia normale e patalogica sulla placenta dei mammiferi e della donna.

A. Rossi. Sul modo di terminare dei nervi nei tendini e nei muscoli degli uccelli.

A. Saporetti. Metodo per iscoprire gl'istanti del nascere e del tramontare della luna speditamente.

G. P. Piana. Osservazioni anatomo-istologiche intorno a cinque mostri bovini del gen. Amorphus di Gurlt, con alcune considerazioni sulla loro teratogenia.

G. V. Ciaccio. Osservazioni istologiche intorno alla terminazione delle fibre nervose motive ne'muscoli striati delle torpedini, del

topo casalingo e del ratto albino condizionati col doppio cloruro d'oro e calmio.

Memorie del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Venezia 1880. Vol. XXI. Parte 2. 4°.

Inhoud:

F. Cavalli. La scienza politica in Italia.
A. de Zigno. Annotazioni paleontologiche sull' Halitherium Veronese. Z.
A. Minich. Sulla lussazione divergente antero-posteriore del cubito.
C. Combi. Di Pierpaolo Vergerio il seniore da Capodistria e del suo epistolario.
G. Bellavitis. Dei libri di ragione a scrittura doppia e della logismografia.
G. A. Pirona. Sopra una particolare modificazione dell'apparato cardinale in un ippurite.
G. Omboni. Denti di ippopotamo da aggiungersi alla fauna fossile del Veneto.
A. Favaro. Inedita Galilaeiana. Frammenti tratti dalla Biblioteca nazionale di Firenze.

Atti del Reale Istituto Veneto di science, lettere ed arti. Venezia 1880—1881. Serie 5. Tomo VII. Disp 1—9. 8°.

Bollettino dell'Osservatorio della Regia Universita di Torino. 1884. Anno XVIII. 4°.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1884. Vol. XIX. Disp. 4—7. 8°.

Archivio per l'antropologia e la etnologia. Firenze 1884. Vol. XIV. Fasc. 1. 8°.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Leipzig 1884. Band V. Heft 2. 8°.

Atti della Societa Italiana di scienze naturali. Processi

Verbali. Vol. IV. Adunanza del 4 Maggio e 6 Luglio 1884. 8°.

PORTUGAL.

Boletim da Sociedade de geographia. Lisboa 1883. 4ª Serie. N°. 6—9. 8°.

C. Magalhães. Le Zaire et les contrats de l'association internationale. Lisbonne 1884. 8°.

Expediçao scientifica à Sierra da Estrella em 1881. Secçao de ethnographia-medicina (sub-secçao de ophthalmologia) e de archeologica. Lisboa 1883. 4°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

C. Le Paige. Nouvelles recherches sur les surfaces du troisième ordre. — H. G. Zeuthen. Sur les pentaèdres complets incrits à une surface cubique. Stockholm 1884. 4°.
(Extrait des Acta mathematica. Vol. V.)

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. 1883—1884. Vol. XV. 4°.

RUSLAND.

Verslagen van het Keiz. Aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1884. Deel XX. Stuk 2. 8°.
(In het Russisch).

Mémoires du Comité géologique. St. Pétersbourg 1884. Vol. I. N°. 2. 4°.

Inhoud:

S. Nikitin. Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 56. Jaroslawe, Rostov, Kaljasin, Wesiegonsk, Poschechonye.

Verslagen van de Geologische Commissie. St. Petersburg 1884. Deel III. N°. 1—5. 8°.
(In het Russisch).

Mittheilungen der Internationalen Polar-Commission. St. Petersburg 1882—1884. Heft 1—6. 4°.

Festrede zur Jahresfeier der Stiftung der Universität Dorpat am 12 December 1883. Dorpat 1884. 4°.

G. Loeschcke. Die Enneakrunosepisode bei Pausanias. Ein Beitrag zur Topographie und Geschichte Athens. Dorpat 1884. 4°.

E. Rosenberg. Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium und den proximalen Theil der Wirbelsäule einiger Selachier. Dorpat 1884. Festschrift. 4°.

S. Beklewski. Ein Beitrag zur Laparotomie bei Darminvaginationen. Dorpat 1883. 8°.

L. Besser. Experimenteller Beitrag zur Kenntniss der Ruhr. Dorpat 1884. 8°.

J. Bielski. Ueber reine Hallucinationen im Gebiete des Gesichtssinnes im Dunkelzimmer der Augenkranken. Dorpat 1884. 8°.

H. Blumenthal. Ein Fall von »spastischer" amyotrophischer Bulbärparalyse complicirt mit amyotrophischer Lateralsclerose. Dorpat 1884. 8°.

H. Bolz. Beiträge zur Casuistik der Nephrectomie. Dorpat 1883. 8°.

M. Edelberg. Ueber den Eiweissgehalt des frisschen Fleischsaftes. Dorpat 1884. 8°.

H. Feiertag. Beobachtungen über die sogenannten Blutplättchen (Blutscheibchen). Dorpat 1883. 8°.

J. Friedländer. Ueber die Ligatur der Carotis. Dorpat 1884. 4°.

E. von Götschel. Vergleichende Analyse des Blutes gesunder und septisch inficirter Schafe mit besonderer Rücksichtnahme auf die Menge und Zusammensetzung der rothen Blutkörperchen. Dorpat 1883. 8°.

O. Groth. Ueber die Schicksale der farblosen Elemente im kreisenden Blute. Dorpat 1884. 8°.

A. Hartge. Beiträge zur Kenntniss der Chinidin-(Conchinin-)-Resorption nebst Berücksichtigung seines forensisch-chemischen Nachweises. Dorpat 1884. 8°.

L. von Hirschhausen. Beiträge zur forensischen Chemie der wichtigeren Berberideenalkaloide. Dorpat 1884. 8°.

A. Huff. Ueber febris recurrens. Nach Beobachtungen in der Epidemie 1883/84 im allgemeinen Krankenhause zu Riga. Dorpat 1884. 8°.

G. Jacobowsky. Beiträge zur Kenntniss der Alcaloide des Aconitum Lycoctonum. I. Lycaconitin. Dorpat 1884. 8°.

E. Johannson. Forensisch-chemische Untersuchungen über das Colocynthin und Elaterin. Dorpat 1884. 8°.

E. Kaspar. Biostatik der Stadt Libau und ihrer Landgemeinde in den Jahren 1834—1882. Dorpat 1883. 8°.

J. Klemptner. Ueber die Wirkung des destillirten Wassers und des Coffeïns auf die Muskeln und über die Ursache der Muskelstarre. Dorpat 1883. 8°.

A. von Kügelgen. Beiträge zur forensischen Chemie des Sanguinarins und Chelidonins. Dorpat 1884. 8°.

E. Kügler. Ueber die Starre des Säugethiermuskels. Dorpat 1883. 8°.

O. von Landesen. Ueber die epileptogene Zone beim Menschen. Dorpat 1884. 8°.

M. Mendelssohn. Untersuchungen über die Muskelzuckung bei Erkränkungen des Nerven- und Muskel-Systems. Dorpat 1884. 8°.

E. Oehrn. Biostatik dreier Landkirchspiele Livlands in den Jahren 1834—1881. Dorpat 1883. 8°.

Th. Openchowski. Ein Beitrag zur Lehre von den Herznervenendigungen. Dorpat 1884. 8°.

J. Raum. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Cysticereen. Dorpat 1883. 8°.

R. Schneider. Ueber das Schicksal des Caffeïns und Theobromins im Thierkörper nebst Untersuchungen über den Nachweis des Morphins im Harn. Dorpat 1884. 8°.

A. Sperlingk. Ueber echte Sitophobie. Dorpat 1883. 8°.

P. Thielick. Beiträge zum gerichtlich-chemischen Nachweise des Cinchonidin. Dorpat 1884. 8°.

F. Vosz. Die Verletzungen der Arteria mammaria interna. Dorpat 1884. 8°.

A. Wagner. Ueber die Hernia properitonealis. Dorpat 1883. 8°.

A. Bergholz. Ein Beitrag zur Kenntniss der Kinogerbsäure. Dorpat 1884. 8°.

R. Lenardsson. Chemische Untersuchungen der rothen Manaca. Dorpat 1884. 8°.

J. Siemiradzki. Die geognostischen Verhältnisse der Insel Martinique. Dorpat 1884. 8°.

R. Thal. Erneute Untersuchungen über Zusammensetzung und Spaltungsproducte des Ericolins und über seine Verbreitung in der Familie der Ericaceen nebst einem Anhang über die Leditannsäure, die Callutannsäure und das Pinipikrin. St. Petersburg 1883. 8°.

Th. Wittram. Allgemeine Jupiterstörungen des Encke'schen Cometen für den Bahntheil zwischen 152°21'7", 62 und 170° wahrer Anomalie. St. Petersburg 1883. 4°.

C. Bergbohm. Die bewaffnete Neutralität 1780—1783. Dorpat 1883. 8°.

D. Naguiewski. De Juvenalis vita observationes. Rigae 1883. 8°.

E. von Stern. Catilina und die Parteikämpfe in Rom der Jahre 66—63. Dorpat 1883. 8°.

Meddelanden af Societas pro fauna et flora Fennica. Helsingfors 1883. Häftet 9—10. 8°.

RUMENIË.

Analele Academiei Romane. Bucuresci 1884. Seria 2. Tomo VI. Sect. 2. 4°.

Inhoud:

Ë. Bacaloglu. Dare de sema despre expositiunea de electricitate de la Viena diu 1883.
A. Papadopolu-Calimachu. Despre Alexandru Mavrocordatu exaporitulu.
J. Felix. Dare de sema despre expositiunea de igiena de la Berlin din 1883.
Melchisedec. Vieta si scrierile lui Grigorie Tamblacu.
St. C. Hepites. Serviciulu meteorologicu in Europa.

Lege, statute, regulamente si personalu ale Academiei Romane. Bucuresci 1884. 8°.

AZIË.

Registers of original observations in 1884, reduced and corrected at six places in India. January-February 1884. fol.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1883—1884. Year 1883. N°. 9—10. 1884. N°. 1—2. 8°.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1883—1884. Vol. LII. Part 1. N°. 3—4. Part 2. N°. 2—4. Vol. LIII. Part 1. N°. 1. 8°.

AMERIKA.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. Cambridge 1884. Vol. XIV. Part 1. 4°.

Inhoud:

E. C. Pickering. Observations with the meridian photometer during the years 1879—1882.

Science. Cambridge 1884. Vol. III. N°. 72—73. Vol. IV. N°. 74—84. roy. 8°.

Journal of the American Medical Association. Chicago 1884. Vol. II. N°. 25—26. Vol. III. N°. 1—11. 4°.

American journal of science. New-Haven 1883—1884. Vol. XXV. N°. 147—150. Vol. XXVI. N°. 151. Vol. XXVII. N°. 158—159. 8°.

Johns Hopkins University circulars. Baltimore 1884. Vol. III. N°. 31—32. 4°.

American chemical journal, edited by Ira Remsen. Baltimore 1884. Vol. VI. N°. 3. 8°.

Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada for the years 1882 and 1883. Montreal 1883. Vol. I. 4°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1884. Tomo IX. 52—64. fol.

El Ensayo medico. Caracas 1884. Ano 1. N°. 21—24. Ano 2. N°. 25. 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1884. Tomo XVII. Entr. 5—6. Tomo XVIII. Entr. 1. 8°.

Annuaire statistique de la province de Buénos-Aires (République Argentine) publié sous la direction du Dr. E. R. Coni. Buénos-Aires 1883. 2e Année. 1882. roy. 8°.

AUSTRALIË.

Annual report of the department of mines, N. S. W. for the year 1883. Sydney 1884. fol.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Amsterdam 1884. 2de Jaarg. Afl. 1—2. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1884. Nieuwe Serie. Jaarg. 17. N°. 5—7. 8°.

J. J. van Doorninck. Vermomde en naamlooze schrijvers opgespoord op het gebied der Nederlandsche en Vlaamsche letteren. Leiden 1884. Afl. 11 en 12. 8°.

Journal des savants. Paris, Juin-Août 1884. 4°.

Annales des sciences naturelles. 6e Série. Botanique. Paris 1884. Tome XVIII. N°. 1—6. Tome XIX. N°. 1—3. 8°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1884. 2e Série. Tome VIII. Juin—Août 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1884. 6e Série. Tome II. Juin—Août. Tome III. Septembre. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1884. 5th Series. Vol. XIV. N°. 79—81. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1884. 5th Series. Vol. XVIII. N°. 110—112. 8°.

Year-book of the scientific and learned societies of Great Britain and Ireland: giving an account of their origin, constitution, and working. With appendix comprising a list of the leading scientific societies throughout the world. London 1884. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1884. N°. 12—16. Nachrichten. N°. 6—8. 8°.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1884. Jahrg. 2. Band II. Heft 5—7. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1884. Jahrg. 50. Heft 2. 8°.

Allgemeine Deutsche Biographie. Leipzig 1884. Band XIX. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1884. Neue Folge. Band XXII. Heft 3—4. Band XXIII. Heft 1. Beiblätter. Band VIII. St. 6—9. 8°.

J. Cabanis. Journal für Ornithologie. Leipzig 1884. 4e Folge. Band XII. Heft 1. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLII. Heft 10—13. Band CCLIII. Heft 1—9. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1884. 3e Période. Tome XXII—XXIII. N°. 67—69. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1884. 3e Période. Tome XI—XII. N°. 6—9. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND OCTOBER 1884.

Catalogus der Boekerij der Nederlandsche Maatschappij tot bevordering der geneeskunst. Amsterdam 1867—1884. 1ste en 3de supplement. 8°.

Koninklijk Oudheidkundig Genootschap te Amsterdam. Jaarverslag in de 26ste algemeene vergadering uitgebracht door den Voorzitter Dr. J. P. Six. Amsterdam 1884. roy. 8°.

Redevoering ter gelegenheid van het eeuwfeest der Maatschappij tot nut van 't algemeen, uitgesproken door den Voorzitter den Heer J. A. Böhringer op 13 Augustus 1884. 8°.

Maatschappij tot nut van 't algemeen. Handelingen van de algemeene vergadering. 1884. 8°.

Nieuwe bijdragen voor rechtsgeleerdheid en wetgeving. Amsterdam 1883. Nieuwe Reeks. Deel IX. 8°.

Rechtsgeleerd bijblad, behoorende tot de Nieuwe bijdragen voor rechtsgeleerdheid en wetgeving. Amsterdam 1883. Nieuwe Reeks. Deel IX. 2 Dl. 8°.

C. E. Daniëls. Levensschets van Dr. A. H. Israëls. Amsterdam 1884. 8°.
(Overgedrukt uit het Nederl. Tijdschrift voor Geneeskunde).

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la Société Hollandaise des sciences. Harlem 1884. Tome XIX. Livr. 2—3. 8°.

Archives du Musée Teyler. Haarlem 1884. Série 2. Vol. II. 1e Partie. roy. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1884. 4e Reeks. Deel VIII. Afl. 9. 8°.

Verslag aan den Koning betrekkelijk den dienst der Telegrafen in Nederland 1883. 's Gravenhage 1884. 4°.

Tijdschrift voor entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische vereeniging. 's Gravenhage 1884. Deel XXVII. Afl. 3. 8°.

Albert Girard. Invention nouvelle en l'algèbre. Réimpression par Dr. D. Bierens de Haan. Leiden 1884. 4°.

Sammlungen des Geologischen Reichsmuseums in Leiden. I. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. Leiden 1884. Band IV. Heft 1. 8°.

L. P. C. Luyten. Theorie der gedeeltelijke differentiaalvergelijkingen van de eerste orde. Delft 1884. Academisch proefschrift. 8°.

Faya isreen ro fokken ma karem kiawer kwaar ro woos Woranda bé woos Noefoor ro J. L. van Hasselt. Utrecht 1884 8°.

Th. B. van Wettum. Over de complexe getallen en verhouding van richting. Deventer 1884. Academisch proefschrift. 8°.

De sterrenhemel, verklaard door F. Kaiser. Vierde druk, bewerkt door J. A. C. Oudemans. Deventer 1884. Deel I. 8°.

J. Dirks. Penningkundig repertorium. N°. 42—43. 8°.

Koningrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1883. 's Gravenhage 1884. 1ste Gedeelte. fol.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Augustus 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren waargenomen in de maand Mei 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen waargenomen in de maand Mei 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging. Batavia 1884. Deel XLIII. 8°.

R. D. M. Verbeek. Krakatau. Eerste gedeelte. Batavia 1884. roy. 8°.

L. W. C. van den Berg. Minhâdj at-tâlibîn, le guide des zélés croyants. Manuel de jurisprudence Musulmane selon le rite de Châfi'î. Batavia 1884. Vol. III. roy. 8°.

——————— Zelfverdediging. 8°.
(Overgedrukt uit de Indische Gids. 1884).

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome VIII. N°. 7—8. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome XVIII. N°. 9. 8°.

Annuaire statistique de la Belgique. Bruxelles 1884. 14e Année. 1883. roy. 8°.

Statistique de la Belgique. Population. Recensement général. (31 Décembre 1880 . Bruxelles 1884. 4°.

Bulletin de la Commission centrale de statistique. Bruxelles 1883. Tome XV. 4°.

Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1884. Tome II. N°. 4. Tome III. N°. 1. 8°.

Musée royal d'histoire naturelle. Service de la carte géologique de Belgique. Explications des feuilles de Clavier, de Bruxelles, de Bilsen, de Natoye et de Dinant. Bruxelles 1883. 8°. Avec Atlas Plano.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles. 1883. Nouvelle Série. Annales astronomiques. Tome IV. 4°.

J. C. Houzeau. Vade-mecum de l'astronome Bruxelles 1882. 8°.
(Appendice à la Nouvelle Série des annales astronomiques").

J. C. Houzeau et A. Lancaster. Bibliographie générale de l'astronomie ou Catalogue méthodique des ouvrages, des mémoires et des observations astronomiques publiés depuis l'origine de l'imprimerie jusqu'en 1880. Bruxelles 1882. Tome II. (Mémoires et notices insérés dans les collections académiques et les revues). 8°.

Ch. Lagrange. Exposition critique de la méthode de Wronski pour la résolution des problèmes de mécanique celeste. Bruxelles 1882. Première partie. 4°.

Observations météorologiques faites aux stations internationales de la Belgique et des Pays-Bas, sous la direction de J. C. Houzeau et C. H. D. Buys Ballot. Bruxelles 1884. 4e Année. 1880. 4°.

Observatoire royal de Bruxelles. — Diagrammes du météorographe van Rijsselberghe. Années 1879 - 1882. Bruxelles 1883. 2 Vol. fol.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles. 1882—1884. Année 49—51. Bruxelles 1881—1883. 8°.

Jaarboek van het Willems-Fonds voor 1885. Gent 1884. 8°.

J. Mac Leod. Leiddraad bij het onderwijzen en aanleeren der dierkunde. Werveldieren. Gent 1884. 8°. (Uitgave van het Willems-fonds N°. 107).

Annuaire de l'Université Catholique de Louvain. 1884. Année 48. 8°.

J. E. Huzetie. Definitionis Vaticanae de infallibili romani pontificis magisterio commentarium theologicum. Lovanii 1883. 8°.

C. Lucas. De naturali nostra cognitione Dei. Lovanii 1883. 8°.

P. Mannens. Disquisitio in doctrinam S. Thomae de voluntate salvifica et praedestinatione. Lovanii 1883. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1884. Tome XCIX. N°. 12—15. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1884. 2e Série. Tome XIII. N°. 39—42. 8°.

Archives de médecine et de pharmacie militaires. Paris 1884. Tome III. 8°.

Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Paris 1884. 2e Série. Tome VI. Fasc. 2. 4°.

Inhoud:

Ed. Perrier. Mémoire sur les étoiles de mer recueillies dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique.
Huet. Sur le genre Anomalurus.
E. et H. Becquerel. Observations de températures faites au Muséum pendant l'année météorologique 1881—1882.

Journal d'hygiène. Paris 1884. 10e Année. Vol. IX. N°. 419—421. 8°.

V. Duruy. Histoire des Romains depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'invasion des barbares. Paris 1884. Livr. 342—343. roy. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique de la Société d'agriculture, sciences et arts. Valenciennes 1884. Tome XXXVII. N°. 6—8. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1884. New Series. Vol. VI. N°. 10. 8°.

Medico-chirurgical transactions, published by the Royal Medical and Chirurgical Society. London 1883. Vol. LXVI. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1884. 2d Series. Vol. IV. Part 5. 8°.

Transactions of the Linnean Society. London 1883. 2d Series. Zoology. Vol. II. Part 6—10. Vol. III. Part 1. 4°.

Inhoud, Vol. II:

6. Ph. H. Gosse. On the clasping-organs ancillary to generation in certain croups of the Lepidoptera.
7. A. Gibbs Bourne. Certain points in the anatomy of Polynoina and on the Polynoë (Lepidonotus, Leach) Clava of Montagu.
8. T. Spencer Cobbold. On Simondsia paradoxa, and on its probable affinity with Sphaerularia Bombi.
9. W. B. S. Benham. On the testis of Limulus.
10. P. Manson. The metamorphosis of Filaria sanguinis hominis in the mosquito.

Vol. III.

1. A. E. Eaton. A revisional monograph of recent ephemeridae of mayflies. Part 1.

Transactions of the Linnean Society. London 1882—1884. 2d Series. Botany. Vol. II. Part 2—7. 4.

Inhoud:

2. Ch. Knight. Contribution to the Lichenographia of New South Wales.
3. M. J. Berkeley and C. E. Broome. List of fungi from Brisbane, Queensland; with descriptions of new species. Part II.
4. Th. H. Corry. On the mode of development of the pollinium in Asclepias Cornuti, Decaisne.
5. W. T. Thiselton Dyer. On a new species of Cycas from Southern India.
6. H. M. Ward. Structure, development, and life-history of a tropical epiphylloris lichen (Strigula complanata, Fée).
7. H. N. Ridley. The Cyperaceae of the West coast of Africa in the Welwitsch herbarium.

Journal of the Linnean Society. London 1882—1884. 2d Series. Zoology. Vol. XVI—XXVII. N°. 95—102. Botany. Vol. XIX—XXI. N°. 122—133. 8°.

Proceedings of the Linnean Society from November 1880 to June 1883. London 1883. 2 Vol. 8°.

List of the Linnean Society of London. 1881—1883. 8°.

The zoology of the voyage of H. M. S. Challenger. Part 28. Report on the Cirripedia. Anatomical part, by Dr. P. P. C. Hoek. 4°.

Transactions of the Cambridge Philosophical Society. Cambridge 1883. Vol. XIII. Part 3. 4°.

Inhoud:

F. W. Newman. Table of the descending exponential function to twelve or fourteen places of decimals.
J. W. L. Glaisher. Tables of the exponential functions.
M. J. M. Hill. On functions of more than two variables analogous to tesseral harmonics.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Cambridge 1883. Vol. IV. Part 6. 8°.

Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society. London 1882. 3d Series. Vol. VII. 8°.

Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society. London 1881—1883. Vol. XX—XXII. 8°.

R. Angus Smith. A centenary of science in Manchester. London 1883. 8°.
(For the 100th year of the Literary and Philosophical Society of Manchester 1881).

Proceedings of the Philosophical Society. Glasgow 1882—1883. Vol XIV. 8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1881—1883. Vol XXX. Part 2—3. Vol. XXXII. Part1. 4°.

Inhoud, Vol. XXX. Part 2:

Heddle. Chapters on the mineralogy of Scotland. — Ores of manganese, iron, chromium and titanium.
Th. Bond Sprague. On the nature of the curves whose intersections give the imaginary roots of an algebraic function.

F. E. Beddard. On the anatomy and histology of Pleurochaeta Moseleyi.

B N. Peach. Further researches among the Crustacea and Arachnida of the carboniferous rocks of the Scottish border.

R. Kidston. Report on fossil plants, collected by the geological survey of Scotland in Eskdale and Liddesdale.

Tait. On mirage.

W. Percy Sladen. Description of Mimaster, a new genus of Asteroidea from the Faeroë Channel.

Dickson. Observations on vegetable and animal cells; their structure, division, and history.

Vol. XXX. Part 3:

W. Lawton Goodwin. On the nature of solution. Part 1. On the solubility of chlorine in water, and in aqueous solutions of soluble chlorides.

B. Balfour. The dragon's blood tree of Socotra (Dracaena Cinnabari, Balf. fil).

J. J. Dobbie. On a red resin from Dracaena Cinnabar (Balf. fil.), Socotra.

Vol. XXXII. Part 1:

P. P. C. Hoek. The Pycnogonida dredged in the Faeroe Channel during the cruise of H. M. S. „Triton" in August 1882.

C. Piazzi Smyth. Bright clouds on a dark night sky.

——— Note on a little b group of lines in the solar spectrum and the new college spectroscope.

R. and D. Christison. Observations on the annual and monthly growth of wood in deciduous and evergreen trees.

M. Hay. A contribution to the chemistry of nitroglycerine.

——— and O. Masson. The elementary composition of nitroglycerine.

W. A. Herdman. Report on the Tunicata collected during the cruise of H. M. S. „Triton" in the summer of 1882.

A. Milnes Marshall. Report on the Pennatulida dredged by H. M S. „Triton".

W. Percy Sladen. Asteroidea dredged in the Faeröe Channel during the cruise of H. M. S. „Triton" in August 1882.

W. E. Hoyle On a new species of Pentastomum (P. protelis), from the mesentery of Proteles cristatus; with an account of its anatomy.

C. G. KNOTT. On superposed magnetisms in iron and nickel.
TH. ANDREWS. On the relative electro-chemical positions of wrought iron, steels, cast metal, etc., in sea water and other solutions.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Session 1881—82 and 1882—83. Vol. XI—XII. 8°.

The scientific transactions of the Royal Dublin Society. Dublin 1882—1884. 2d Series. Vol. I. N°. 20—25. Vol. III. N°. 1—3. 4°.

Inhoud, Vol. I:

20. O. BOEDDICKER. Notes on the physical appearance of the planet Mars during the opposition in 1881.
21. C. E. BURTON. Notes on the aspect of Mars in 1882.
22. G. JOHNSTONE STONEY and G. GERALD STONEY. On the energy expended in propelling a bicycle.
23. G. F. FITZ GERALD. On electromagnetic effects due to the motion of the earth.
24. ——————— On the possibiliy of originating wave disturbances in the ether by means of electric forces. — Corrections and additions.
25. J. W. DAVIS. On the fossil fishes of the carboniferous limestone series of Great-Britain.

Vol. III:

1. O. BOEDDICKER. On the influence of magnetism on the rate of a chronometer.
2. G. F. FITZ GERALD. On the quantity of energy transferred to the ether by a variable current.
3. H. GRUBB. On a new form of equatorial telescope.

Scientific proceedings of the Royal Dublin Society. Dublin 1882—1884. New Series. Vol. III. Part 6—7. Vol. IV. Part 1—4. 8°.

OOSTENRIJK.

Jahrbuch der Kais. Kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1884. Band XXIV. N°. 2—3. roy. 8°.

Verhandlungen der Kais. Kön. zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1884. Band XXXIII. 8°.

A. von Pelzeln. Brasilische Säugethiere. Resultate von Johann Natterer's Reisen in den Jahren 1817 bis 1835. Wien 1883. 8°.
(Beiheft zu Band XXXIII der Verhandlungen der K. K. zool.-bot. Gesellsch.)

DUITSCHLAND.

F. Nitsch. Luther und Aristoteles. Festschrift zum 400 jahrigen Geburtstage Luther's. Kiel 1883. 8°.

W. Moeller. Rede am Luther-Jubiläum den 10 November 1883 in der Aula der Christian-Albrechts-Universität gehalten. Kiel 1883. 8°.

R. Foerster. De translatione latina physiognomonicorum quae feruntur Aristotelis. Kiliae 1884. 4°.

———— Die Physiognomik der Griechen. Kiel 1884. 8°.

A. Ladenburg. Die kosmischen Consequenzen der Spectralanalyse. Kiel 1884. 8°.

Chronik, Verzeichniss der Vorlesungen und Amtliches Verzeichniss der Universität zu Kiel. 1884. 8°.

H. Albert. Ein Fall von Tuberkulose des Herzens. Kiel 1883. 8°.

J. Appel. Ueber epidemische Cerebrospinalmeningitis. Kiel 1884. 8°.

G. Berendsen. Die Esmarch'sche Methode der Hasenschartenoperation. Kiel 1883. 8°.

Ph. J. A. Claussen. Die Wirkungen des Hyoscinum hydrojodicum und hydrobromicum im Vergleiche mit denen des Atropin u. des Extr. hyoscyami. Kiel 1883. 8°.

F. Feustell. Ueber die späteren Schicksale der Atelektase. Braunschweig 1883. 8°.

W. Hansen. Untersuchungen über die Refractionsverhältnisse im 10—15 Lebensjahre und das Wachsthum der Augen in diesen Jahren. Kiel 1884. 8°.

J. Harcken. Ein Beitrag zur Genese der Syringomyelie. Kiel 1883. 8°.

H. Henrichsen. Beitrag zur Kenntniss von den Wirkung der Abführmittel. Kiel 1884. 8°.

J. Mensing. Beiträge zur Statistik der Kniegelenksresectionen. Kiel 1883. 8°.

W. Nissen. Ein Beitrag zur Casuistik der Pulsionsdivertikel der Speiseröre. Kiel 1884. 8°.

W. Petersen-Borstel. Gallensteinbildung in ihrer Beziehung zu Krebs und chronischer Endarteriitis. Neustadt 1883. 8°.

W. Schwer. Ein Beitrag zur Statistik und Anatomie der Tuberkulose im Kindesalter. Kiel 1884. 8°.

F. Spee. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der früheren Stadien des Meerschweinchens bis zur Vollendung der Kiemblase. Leipzig 1882. 8°.

N. Stolz. Beitrag zur Statistik der Radicaloperation der Hydrocele durch Punction mit nachfolgender Injection von Lugol'scher Lösung. Kiel 1883. 8°.

G. Völckers. Zur Behandlung des Mastdarmkrebses. Kiel 1883. 8°.

O. Wieck. Ueber die Discisio maturans. Kiel 1883. 8°.

J. C. Wildfang. Die Tuberkulose der Tymus. Kiel 1883. 8°.

J. Burmeister. Beiträge zur Anatomie und Histologie von Cuma Rathkii Fr. Kellinghusen 1883. 8°.

R. Jabobi. Anatomisch-histologische Untersuchung der Polydoren der Kieler Bucht. Weissenfels 1883. 8°.

J. Lamp. Neue Berechnung der Parallaxe von 61 Cygni aus den Beobachtungen von Schweizer in Moskau 1863—1866. Kiel 1883. 8°.

W. F. Laun. Beiträge zur Kenntniss der Alkine. Kiel 1884. 8°.

J. Petersen. Mikroskopische und chemische Untersuchungen am Enstatitporphyrit aus den Cheviot-Hills. Kiel 1884. 8°.

F. Roth. Ueber Tropëine und Glycoline. Kiel 1883. 8°.

S Schönland. Ueber die Entwicklung der Blüten und Frucht bei den Platanen. Leipzig 1883. 8°.

C. Stechert. Definitive Bestimmung der Bahn des Cometen 1881, IV. Kiel 1884. 4°.

J. Steen. Anatomisch-histologische Untersuchung von Terebellides Stroemii M. Sars. Jena 1883. 8°.

B. Carstens. Zur Dialectbestimmung des Mittelenglischen Sir Firumbras, eine Lautuntersuchung. Kiel 1884. 8°.

P. Nissen. Der Nominativ der verbundenen Personalpronomina in den ältesten französischen Sprachdenkmälern. Greifswald 1882. 8°.

J. Spitzer. Lautlehre des Arkadischen Dialektes. Kiel 1883. 8°.

F. Sueti. Ueber die auf den König Haraldr Harfagri bezüglichen Gedichtfragmente in der Norwegischen Königschronik Fagrskinna. Leipzig 1884. 8°.

J. Wassner. De heroum apud Graecos cultu. Kiliae 1883. 8°.

E. Wolff. Zur Syntax des Verbs bei Adenet le Roi. Kiel 1884. 8°.

P. A. Katz. Beiträge zur Lehre von den Schriftsätzen. Erlangen 1883. 8°.

Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Vereine. Bremen 1884. Band VIII. Heft 2. Band IX. Heft 1. 8°.

23ster Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1884. 8°.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1884. Jahrg. 19. Heft 2. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1884. Jahrg. 7. N°. 177—179. 8°.

Archiv des Historischen Vereines von Unterfranken und Aschaffenburg. Würzburg 1884. Band XXVII. 8°.

Die Geschichte des Bauernkrieges in Ostfranken; herausgegeben im Auftrage des Historischen Vereines. Würzburg 1883. Band II. Lief. 3. 8°.

Jahres-Bericht des Historischen Vereines von Unterfranken und Aschaffenburg für 1882 und 1883. Würzburg 1883—1884. 8°.

Neues Lausitziches Magazin herausgegeben van der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften. Görlitz 1884. Band LX. Heft 1. 8°.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Stuttgart 1884. Jahrg. 40. 8°.

W. Schlötel. Reise-Abenteuer eines Deutschen in der Schweiz. 1884. 8°.

ZWITSERLAND.

Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Jahre 1883. Heft 2. 1884. Heft 1. 8°.

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Zurich 1883. 66 Jahresversammlung. 8°.

Compte rendu des travaux présentés à la 66e session de la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Zurich les 7, 8 et 9 Août 1883. Genève 1883. 8°.

DENEMARKEN.

Aarböger for Nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det Kongelige Nordiske oldskrift Selskab. Kjobenhavn 1884. Hefte 1—2. Tillaeg til aargang 1883. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Entomologisk tidskrift pa föranstaltande af Entomologiska Föreningen. Stockholm 1884. Arg. 5. Häft 1—2. 8°.

Den Norske Nordhavs expedition 1876—1878. XI. Zoologi. Asteroidea ved D. C. Danielssen og J. Koren. Christiania 1884. 4°.

RUSLAND.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences. St. Pétersbourg 1883—1884. Tome XXXI. N°. 9—16. Tome XXXII. N°. 1—3. 4°.

Inhoud, Tome XXXI:

9. M. Nyren. L'aberration des étoiles fixes.
10. O. Chwolson. Ueber die Wechselwirkung zweier Magnete mit Berücksichtigung ihrer Querdimensionen.
11. B. Imschenetzky. Sur la généralisation des fonctions de Jacques Bernoulli.
12. H. Wild. Die Beobachtung der electrischen Ströme der Erde in kürzern Linien.
13. J. Schmalhausen. Die Pflanzenreste der Steinkohlenformation am östlichen Abhange des Ural-Gebirges.
14. B. Hasselberg. Untersuchungen über das zweite Spectrum der Wasserstoffes. 2te Abhandlung.
15. Th. Wittram. Allgemeine Jupiterstörungen des Encke'schen Cometen für den Bahntheil zwischen 152° 21' 7",62 und 170° wahrer Anomalie.
16. P. W. Jeremejew. Russische Caledonit- und Linarit-Krystalle.

Tome XXXII:

1 A. Karpinsky. Die fossilen Pteropoden am Ostabhange des Urals.
2. O. Backlund. Untersuchungen über die Bewegung des Encke'schen Cometen 1871—1881.
3. H. Wild. Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstands-einheit im absolutem electromagnetischen Maasse.

Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums. St. Petersburg 1883. Jahrg. 1882. Theil 2. 4°.

Compte-rendu de la Commission impériale archéologique pour l'année 1881. St. Pétersbourg 1883. 4°. Avec Atlas. Plano.

Verslagen van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1884. Deel XX. N°. 3. Jaarverslag over 1883. 8°.
(In het Russisch).

Bulletin de la Société impériale des naturalistes. Moscou 1884. Année 1883. N°. 3. 8°.

Finlands geologiska Undersökning. Beskrifning till Kartbladet N°. 7. Helsingfors 1884. 8°.

AZIË.

Registers of original observations in 1884, reduced and corrected at six places in India. Mars 1884. fol.

Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. VII. Part 1. 8°.

AMERIKA.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution for the year 1882. Washington 1884. 8°.

Report of the Superintendent of the U. S. coast and geodetic survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with June, 1882. Washington 1883. 4°.

Reports of the Commissioner of Agriculture for the years 1881 and 1882. Washington 1882. 8°.

Journal of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1884. 2d Series. Vol. IX. Part. 1. 4°.

Inhoud:

J Leidy. Urnatella gracilis, a fresh-water Polyzoan,

A. J. Garrett. The terrestrial mollusca inhabiting the Society Islands.

A. Heilprin. The tertiary geology of the eastern and southern United States.

Proceedings of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1882—1883. Year 1882. Part 1—3. 8°.

Proceedings of the American Philosophical Society. Philadelphia 1882—1884. Vol. XX. N°. 112. Vol. XXI. N°. 114—115. 8°.

Transactions of the American Medical Association. Philadelphia 1882. Vol. XXXIII. 8°.

Journal of the American Medical Association. Chicago 1884. Vol. III. N°. 12—15. 4°.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Boston 1883—1884. New Series. Vol. XI. Part 1—2. 8°.

H. A. Rowland. On the mechanical equivalent of heat, with subsidiary researches on the variation of the mercurial from the air thermometer, and on the variation of the specific heat of water. Cambridge 1880. 8°. (Reprinted from the Proceedings of the Amer. Academy of arts and sciences.)

Science. Cambridge 1884. Vol. IV. N°. 85—88. roy. 8°.

Annals of the New York Academy of sciences. New York 1883. Vol. III. N°. 1—2. 8°.

W. H. Brooks. The development and protection of the oyster in Maryland. Baltimore 1884. 4°.

American journal of mathematics pure and applied.

Baltimore 1879—1884. Vol. II. III. IV. N°. 1. 3—4. V—VI. N°. 1—3. 4°.

American chemical journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1879—1884. Vol. I—V. VI. N°. 1. 8°.

American journal of philology by B. L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1880—1884. Vol. I—IV. V. N°.1—2. 8°.

Studies from the Biological Laboratory. Baltimore 1883. Vol. II. N°. 4. 8°.

J. RENDEL HARRIS. New Testament autographs. Baltimore. 8°.

7th and 8th Annual report of the president of the Johns Hopkins University. Baltimore 1882—1883. 8°.

American journal of science. New-Haven 1884. Vol. XXVII. N°. 161—162. Vol. XXVIII. N°. 163. 8°.

Transactions of the Academy of science. St. Louis 1884. Vol. IV. N°. 3. 8°.

Transactions of the Wisconsin Academy of sciences, arts and letters. Madison 1882. Vol. V. 8°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin. Madison 1884. Vol. II. 8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1884. Vol. I. N°. 3—4. Vol. II. N°. 1—2. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1884. Tomo IX. N°. 10, 31—66. fol.

Revista mensual climatologica. Mexico 1884. Tome II. N°. 1—2. 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1884. Tomo XVIII. Entr. 3. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1884. Nieuwe Serie. Jaarg. 17. N°. 8. 8°.

Bibliotheca Belgica. Livr. 49—53. 8°.

Journal des savants. Paris, Septembre 1884. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques. Paris 1884. 2e Série. Tome VIII. Septembre—Octobre. 8°.

Annales des sciences naturelles. 6e Série. Botanique. Paris 1884. Tome XIX. N°. 4. 8°

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1884. 5th Series. Vol. XVIII. N°. 113. 8°.

Annals of natural history. London 1884. 5th Series. Vol. XIV. N°. 82. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1884. N°. 17—19. Nachrichten. N°. 9. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLIII. N°. 13. Band CCLIV. N°. 1—2. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND NOVEMBER 1884.

Koloniaal Museum. Beschrijvende catalogus, tevens handleiding tot de kennis der voortbrengselen van de Nederlandsche overzeesche gewesten. Haarlem 1884. Deel II. Stuk 1. 8°.

Aan NICOLAAS BEETS 13 September 1884 door M. DE VRIES en J. P. HASEBROEK. Haarlem 1884. 8°.

Feestrede bij de onthulling van het gedenkteeken van Leidens ontzet, den derden October 1884, uitgesproken door M. DE VRIES. Leiden 1884. 8°.

De vader des vaderlands. Gedenkrede den 10 Juli 1884 in de Nieuwe Kerk te Delft uitgesproken door M DE VRIES. Delft 1884. 8°.

Handelingen en Mededeelingen van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden over het jaar 1884. Leiden 1884. 8°.

Levensberichten der afgestorvene medeleden van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde. Leiden 1884. 8°.

Catalogus der Bibliotheek van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde. Leiden 1884. Tweede gedeelte. Drukwerken. Afl. 1. roy. 8°.

2de Supplement op het Repertorium der verhandelingen en bijdragen, betreffende de geschiedenis des vaderlands, in mengelwerken en tijdschriften tot op 1880 verschenen. Leiden 1884. 8°.

Nederlandsch-Chineesch Woordenboek met de transcriptie der Chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt, bewerkt door Dr. G. Schlegel. Leiden 1884. Deel I. Afl. 1. roy. 8°.
(Uitgegeven met ondersteuning van het Ministerie van Koloniën.)

Verslag omtrent onderzoekingen, op de oester en de oestercultuur betrekking hebbende, uitgebracht door de Commissie voor het zoölogisch station der Nederlandsche dierkundige Vereeniging. Leiden 1883—84. 8°.

J. Lieblein. Etude sur les Xétas. Leide 1878. 8°. (Tiré du Vol. II. des Travaux de la 3e session du Congrès int. des orientalistes).

———— Ueber Altägyptische Religion. Leide 1884. 8°. (Tiré du Vol. II. des Travaux de la 6e session du Congrès int. des orientalistes).

Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1884—1885. 's Gravenhage 1884. Afl. 1. 1ste en 2de gedeelte. 4°.

Register van het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1869—1884. 's Gravenhage 1884. 8°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het Koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1884. 4e Reeks. Deel VIII. St. 3. 8°.

Verslag over het Rijks-Archief te 's Gravenhage over 1883. 8°.

Verslag aan den Koning over de openbare werken in het jaar 1883. 's Gravenhage 1884. 4°.

De opkomst van het Nederlandsch gezag in Oost-Indië. 's Gravenhage 1884. Deel XII. Uitgegeven en bewerkt door M. L. VAN DEVENTER. 8°.

M. C. VERLOREN VAN THEMAAT. Beschouwingen over het nut van insecten-etende vogels voor de landhuishouding. Amersfoort 1884. 8°.

Mededeelingen en berichten der Geldersche Maatschappij van landbouw over 1884. N°. 2. Zutphen 1884. 8°.

CH. M. SCHOLS. Landmeten en waterpassen. 3de druk Breda 1884. 8°. Met atlas 4°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Groningen 1883—1884. Groningen 1884. 8°.

Algemeen verslag, gedaan te Groningen in de jaarlijksche vergadering van contribueerende leden, gehouden den 7 Juli 1884 wegens het Instituut voor doofstommen. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand September 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee, en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maanden Juni en Juli 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregristreerende peilschalen, waargenomen in de maanden Juni en Juli 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1884. Deel XXIV. Afl. 3. 8°.

L. W. C. VAN DEN BERG. Mohammedaansch recht en adat. 8°.
(Overgedrukt uit het Tijdschrift »Het Recht in N. I.")

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome VIII. N°. 9—10. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome XVIII. N°. 10. 8°.

Annales de l'Observatoire royal. Bruxelles 1884. Nouvelle série. Annales astronomiques. Tome V. Fasc. 2. 4°.

F. PLATEAU. Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des insectes. Bruxelles 1884. 4°. (Extrait du Tome XIV des Mémoires de l'Académie de Belgique).

——— Recherches sur la force absolue des muscles des invertébrés. 2e Partie. Bruxelles 1884. 8°. (Extrait des Bulletins de l'Académie de Belgique, 3e Série. Tome VII).

P. ALBRECHT. Sur les éléments morphologiques du manubrium du sternum chez les mammifères. Bruxelles 1884. 8°.

P. Albrecht. Sur les homodynamies qui existent entre la main et le pied des mammifères. 8°.
(Extrait de la Presse médicale Belge N°. 2. 1884).

———— Erwiderung auf Herrn Professor Dr. Hermann v. Meyer's Aufsatz: »Der Zwischenkieferknochen und seine Beziehungen zur Hasenscharte und zur schrägen Gesichtsspalte". 8°.
(Separat-Abdruck a. d. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, 1884. N°. 23).

———— Ueber die Zahl der Zähne bei den Hasenschartenkieferspalten. 8°.
(Separat-Abdruck a. d. Centralblatt für Chirurgie, 1884. N°. 32).

———— Ueber die morphologische Bedeutung der Kiefer- Lippen- und Gesichtsspalten. 8°.
(Separat-abdruck aus v. Langenbeck's Archiv. Bd. XXXI.)

J. Mac Leod. Leiddraad bij het onderwijzen en aanleeren der dierkunde. Algemeene dierkunde. Gent 1883. 8°.
(Uitgave v. h. Willems-Fonds. N°. 104.)

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1884. Tome XCIX. N°. 17—20. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1884. 2e Série. Tome XIII. N°. 43—47. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1884. 8e Série. Tome I. N°. 33—34. 8°.

V. Duruy. Histoire des Romains depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'invasion des barbares. Paris 1884. Livr. 346—347. roy. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1884. 10e Année. Vol IX. N°. 422—427. 4°.

Annales de la Faculté des lettres de Bordeaux. Paris 1884. 2e Série. N°. 2. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique publié par la Société d'agriculture, sciences et arts de Valenciennes. 1884. Tome XXXVII. N°. 9—10. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Zoology. Vol X. London 1884. 4°.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLIV. N°. 9. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1884. New Series. Vol. VI. N°. 11. 8°.

Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1884. New Series. Vol. XVI. Part 4. 8°.

Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1884. Vol. XIV. N°. 2. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft. Wien 1884. Band XIV. Heft 2—3. 4°.

Mittheilungen des Vereines der Aerzte in Steiermark. Graz 1884. Vereinsjahr 1883. 8°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1883. Band VI. Heft 5—6. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1883. Kötet XIII. Füzet 4—6. 8°.

Magyar tudom. Akademiai Almanach 1884. Budapest 1884. 8°.

F. Pulsky. A rezkor magyarországban. Budapest 1883. 4°.

L. Reissenberger es J. Henszlmann. A nagyszebeni és a székesfehérvári regi templom. Budapest 1883. 4°.

A Magyar tudom. Akademia Evkonyvei. Budapest 1883. Kötet XVII. Darab 1. 4°.

Archaeologiai ertesitö. Budapest 1883—1884. Kötet II. Resz 3. Kötet III. Resz 1—2. roy 8°.

Ertekezesék a történelmi tudomanyok köréböl. Budapest 1883—1884. Kötet XI. Szam 1—6. 8°.

Ertekezesék a mathematikai tudomanyok köréböl. Budapest 1882—1884. Kötet IX. Szam 11—13. Kötet X. Szam 1—11. 8°.

Ertekezesék a termeszettudomanyok köréböl. Budapest 1882—1884. Kötet XII. Szam 8—10. Kötet XIII. Szam 1—13. 15. Kütet XIV. Szam 1. 8°.

Ertekezesék a nyelv- es szép tudomanyok köréböl. Budapest 1883—1884. Kötet XI. Szam 1—5. 7—10. 8°.

Ertekezesék a nemzetgazdasagtan es statisztika köréből. Budapest 1883—1884. Kötet I. Szam 6—10. Kötet II. Szam 1—5. 8°.

Ertekezesék a tarsadalmi tudomanyok köréből. Budapest 1884. Kötet VII. Szam 7. 8°.

A Magyar tudom. Akademia emlekbeszédek. Budapest 1883—1884. Kötet I. Szam 6—10. Kötet II. Szam 1—2. 8°.

A Magyar tudom. Akademia ertesitöje. Budapest 1883. Evfolyam XVII. Szam 1—7. Evfolyam XVIII. Szam 1—2. 8°.

Mathematikai es termeszet tudomanyi ertesitiö. Budapest 1882—1884. Kötet I. Füzet 1—9. Kötet II. Füzet 1—9. 8°.

Monumenti comitiali regni transsylvaniae. Budapest 1883. Kötet IX. 8°.

Codex diplom. Hungaricus Andegavensis. Budapest 1883. Kötet III. 8°.

Archivum Rakoczianum. Budapest 1883. Kötet IX. Osztaly 1. 8°.

Nyelvtudomanyi közlemenyek. Budapest 1883. Kötet XVII. Füzet 3. Kötet XVIII. Füzet 1. 8°.

S. Szilagyi. Levelek es okiratok I. Rackoczy György keletti összeköttetései történetéhez. Budapest 1883. 8°.

Z. Simonyi. A magyar kötöszók, egyuttal az összetett mondat elmélete. Budapest 1883. Kötet III. 8°

G. Wenzel. A fuggerek jelentösege magyarorszag tortenetében Budapest 1883. 8°.

Ugor füzetek adalékok az ugor nyelvek ismeretehez és összehasonlitasahoz. Budapest 1883. Szam 2. 8°.

K. Comes Geza. Additamentorum ad codicem cumanicum, Novam Seriem. Budapestini 1883. 8°.

B. Kallay. Magyarorszag a kelet es a nyugot hataran. Budapest 1883. 8°.

A. Ipolyi. Grof Karolyi Istvan emlekezette. Budapest 1883. 8°.

H. Finaly. Az okori sulyokról es mertekekröl. Budapest 1883. 8°.

J. Szinnyei. Finn-Magyar szotár. Budapest 1884. 8°.

F. Deak. A bujdosok leveltara. Budapest 1883. 8°.

A. Karolyi. Illesházy istvan hütlensegi pöre. Budapest 1883. 8°.

B. Földes. Nemzetgazdasagi es statisztikai evkönyv. Budapest 1883. Evfolyam 1. 8°.

Ungarische Revue. Budapest 1883. Jahr 1883. Heft 4—10. Jahr 1884. Heft 1—4. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungsberichte der Kön. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1884. N°. 18—39. roy. 8°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1884. Band XCVII. Heft 3. Band XCVIII. Heft 1. 8°.

Vierter Bericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1877 bis 1881. Berlin 1884. Abth. 3. 4°.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1884. Jahrg. 1883. Heft 1—12. 4°. Oblong.

J. Lieblein. Ueber datierte ägyptische Texte. Berlin 1882. 8°.
(Separat-Abdruck a. d. Abhand. des 5ten Int. Orientalisten-Congres).

———— Egyptian religion. Leipzig 1884. 8°.

Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Kiel 1884. Band V. Heft 2. 8°.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Bonn 1883—1884. Heft LXXVI—LXXVII. roy. 8°.

Jahrbücher der Kön. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften. Erfurt 1884. Neue Folge. Heft 12. 8°.

R. Hoppe. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1884. 2te Reihe. Teil I. Heft 3. 8°.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1884. Jahrg. 19. Heft 3. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1884. Jahrg. 7. N°. 180—181. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1884. Band XXX. Heft 9—10. 4°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der Medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1884. Band XVIII. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe der Kön. Bayr. Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 3. 8°.

ITALIË.

Archivio per l'antropologia e la etnologia. Firenze 1884. Vol. XIV. Fasc. 2. 8°.

SPANJE EN PORTUGAL.

M. Danvila y Collado. La Germania de Valencia. Discursos leidos ante la Real Academia de la historia en la recepcion publica. Madrid 1884. roy. 8°.

J. F. J. Biker. Collecçao de tratados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fer com os reis e senhores com quem teve relaçoes nas partes da Asia en Africa oriental desde o principio da conguista oté ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1884. Tome V. 8°.

DENEMARKEN.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. Classe des sciences. Copenhague 1884. 6e Série. Vol. I. N°. 9—10. Vol. II. N°. 6. 4°.

Inhoud. Vol. I. N°. 9—10.

A. Hannover. Den menneskelige hjerneskals bygning ved Cyclopia og Synotia og misdannelsens forhold til hjerneskallens primordialbrusk (Résumé en français).

J. P. Gram. Undersögelser angaaende maengden af primtal under en gwen graense (Résumé en français).

Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes

Selskabs forhandlinger i aaret 1884. Kjobenhavn 1884. N°. 2. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

J. Lieblein. Gammelaegyptisk religion populaert fremstillet. Kristiania 1883—1884. Del I—II. 8°.

RUSLAND.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences. St. Pétersbourg 1884. Tome XXIX. N°. 3. 4°.

Verslagen van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1884. Deel XX. Stuk 4. 8°.
(In het Russisch).

RUMENIË.

At. M. Marienescu. Cultulu pâgâna si crestinu. Bucuresci 1884. Tomulu I. (Serbatorile si datinele romane vechie). 8°.

AZIË.

John Eliot. The rainfall of Cherrapunji. 8°.
(From the Quarterly Journal of the Meteorological Society for 1882).

———— Account of the South-West monsoon storms of the 26th June to 4th July and of 10th to 15th November 1883. Calcutta 1884. 8°.
(From the Journal of the Asiatic Society of Bengal. Vol. LIII).

Registers of original observations, reduced and corrected at six stations of India, April 1884. fol.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens. Yokohama 1884. Heft 31. 4°.

AMERIKA.

H. Carvill Lewis. On supposed glaciation in Pennsylvania south of the terminal moraine. 8°.
(From the American Journal of Science. Vol. XXVIII).

Journal of the American Medical Association. Chicago 1884. Vol. III. N°. 16—19. 4°.

Science. Cambridge 1884. Vol. IV. N°. 89—93. 8°.

American journal of mathematics. Baltimore 1884. Vol. VII. N°. 1. 4°.

Charter, constitution, bylaws of the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia. 1865, 1870, 1883. 8°.

Report of the operations of the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia for the years 1878, 1879, 1880, 1881, 1882 and 1883. Philadelphia 1880—1884. 8°.

Proceedings of the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia from May 4, 1865, to December 31, 1866. Philadelphia 1867. 8°.

Proceedings of the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia, March 20th 1879 on the occasion of the presentation of a silver medal to the Hon. Eli. K. Price President. Philadelphia 1879. 8°.

Proceedings of the Numismatic and Antiquarian Society

of Philadelphia in celebration of the 25th Anniversary of its foundation January 1, 1858 held Thursday evening January 4, 1883. Philadelphia 1883. 8°.

S. K. Harzfeld. On the falsifications of ancient coins. Philadelphia 1879. 8°.

F. Jordan Jr. The remains of an aboriginal encampment at Rehoboth, Delaware. Philadelphia 1880. 8°.

William Penn's landing in Pennsylvania; the bi-centennial anniversary date for celebration in A. D. 1882. Philadelphia 1881. 8°.

Act and Bull published by the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia. 8°.

J. R. Baker. Old and new style fixed dates calendars and the principles and results of emendations. Philadelphia 1881. 8°.

R. N. Toppan. Some modern monetary questions viewed by the light of antiquity. Philadelphia 1881. 8°.

D. C. Brinton. The books of Chilan Balam, the prophetic and historic records of the mayas of Yucatan. Philadelphia. 8°.

El Ensayo medico. Caracas 1884. Ano II. Tomo I. N°. 25—27. 4°.

J. de Mendizabal Tamborrel. Tesis leida en el examen professional de ingeniero geografo sustentado en la Escuela Nazional de ingenieros. Mexico 1884. 8°.

Boletin de la Academia Nacional de ciencias en Cordoba. Buenos-Aires 1884. Tomo VI. Entr. 2—3. 8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1884. Tomo XVIII. Entr. 3—4. 8°.

E. L. Holmberg. La Sierra de Cura-Malal (Currumalan). Buenos-Aires 1884. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1884. Vol. IX. Part 1—2. 8°.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Amsterdam 1884. 2de Jaarg. N°. 3. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1884. Nieuwe Serie. Jaarg. 17. N°. 9. 8°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Leiden. 1882—1884. Leiden 1884. 2 Dl. 8°.

Journal des savants. Paris, Octobre 1884. 4°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1884. 6e Série. Tome III. Octobre. 8°.

Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques. Paris 1884. 2e Série. Tome VIII. Novembre. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1884. 5th Series. Vol. XVIII. N°. 114. 8°.

Annals of natural history. London 1884. 5th Series. Vol. XIV. N°. 83. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1884. N°. 20—22. 8°.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1884. Band II. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1884. Neue Folge. Band XXIII. Heft 2—3. Beiblätter. Band VIII. Stück 10. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLIV. Heft 3—7. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Paris 1884. 3e Période. Tome XXIV. N°. 70. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1884. 3e Période. Tome XII. N°. 10. 8°.

Alph. de Candolle. Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles précédée et suivie d'autres études sur des subjets scientifiques et particulier sur l'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine. Genève-Bale 1885. 2e Edition. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND DECEMBER 1884.

Nieuw archief voor wiskunde. Amsterdam 1884. Deel XI. 8°.

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië, uitgegeven op last van den Minister van Koloniën. Amsterdam 1884. Jaarg. 13. 2de gedeelte. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1884. 4e Reeks. Deel VIII. N°. 10—11. 8°.

Midden-Sumatra. Reizen en onderzoekingen der Sumatra-expeditie, uitgerust door het Aardrijkskundig Genootschap, 1877—1879, beschreven door de leden der expeditie onder toezicht van Prof. P. J. Veth. Leiden 1884. Natuurlijke historie. Deel IV. Afl. 4. roy. 8°.

Tijdschrift der Nederlandsche dierkundige vereeniging. Leiden 1884. Supplement-deel I. Afl. 2. 8°.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1884. Livr. 1. 4°.

Inhoud:

Ch. M. Schols. Sur l'emploi de la projection de Mercator pour le calcul d'une triangulation dans le voisinage de l'équateur.

Overzicht van de inventarissen der oude Rijks-archieven in Nederland. 's Gravenhage 1884. 8°.

Mededeelingen betreffende het zeewezen. 's Gravenhage 1884. Deel XXV. Afl. 4. 8°.
(Uitgegeven door het Departement van Marine).

Catalogus van de boeken en kaarten uitmakende de bibliotheek van het Departement van Koloniën. 's Gravenhage 1884. 8°.

Bijdrage tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het Koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1885. 4de Reeks. Deel IX. 8°.

J. D. VAN DER PLAATS. De plaatsbepaling bij de aromatische lichamen. Utrecht 1883. 4°.
(Uitgegeven door het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen).

A. H. ISRAËLS en C. E. DANIËLS. De verdiensten der Hollandsche geleerden ten opzichte van Harvey's leer van den bloedsomloop. Utrecht 1883. 8°.
(Uitgegeven door het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen).

Verslag van het verhandelde in de algemeene vergaderingen van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen, gehouden den 27 Juni 1882, 26 Juni 1883 en 24 Juni 1884. Utrecht 1882—1884. 8°.

Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie-vergaderingen van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen ter gelegenheid van de algemeene vergaderingen, gehouden 27 Juni 1882 en 26 Juni 1883. Utrecht 1882—1883. 8°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Utrecht, 1883—1884. Utrecht 1884. 8°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Utrecht 1884. 3de Reeks. Deel IX. 8°.

J. W. MOLL. Eene nieuwe microchemische looizuurreactie. 8°.
(Overgedrukt uit het Maandblad voor Natuurwetenschappen).

J. DIRKS. Penningkundig repertorium. N°. 44. 8°.

J. Dirks. Mr. Jeronimo de Vries Jrz. (Leeuwarden 1884). 8°.

Aanwinsten van het munt-, penning- en zegelkabinet van het Friesch Genootschap voor geschiedenis en oudheidkunde (1 Juli 1883—1 Juli 1884). 8°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1883. Tweede gedeelte. 's Gravenhage 1884. fol.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand October 1884. 's Gravenhage 1884. Nieuwe Serie. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Augustus 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Augustus 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1884. Vol. IV. Part. 2. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome VIII. N°. 11. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome XVIII. N°. 11. 8°.

G. VAN DER MENSBRUGGHE. Sur les actions verticales exercées par les ménisques capillaires des liquides. 8°. (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique, Tome VIII).

Natura, maandschrift voor natuurwetenschappen, uitgegeven door het Natuurwetenschappelijk Genootschap. Gent 1884. 2de Jaarg. Afl. 9—12. 8°.

J. MAC LEOD. Leiddraad bij het onderwijzen en aanleeren der plantenkunde. Beschrijvende plantenkunde. Gent 1884. 8°.

———— Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. 8°. (Extrait des Archives de Biologie, Tome V).

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1884. Tome XCIX. N°. 21—24. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1884. 2e Série. Tome XIII. N°. 48—51. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1884. Tome XII. N°. 4. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1884. 8e Série. Tome I. N°. 35—38. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1884. 10e Année. Vol IX. N°. 428—430. 4°.

PRINCE ROLAND BONAPARTE. Les habitants de Suriname, notes recueillies à l'exposition coloniale d'Amsterdam en 1883. Paris 1884. Fol.

A. E. Béguyer de Chancourtois. Programme raisonné d'un système de géographie fondé sur l'usage des mésures décimales, d'un méridien O grade international et des projections stéréographiques et gnomoniques etc. Paris 1884. 8°.

Beccaria et le droit pénal. Essai par M. César Cantu. Ouvrage traduit, annoté, précédé d'un avant-propos et d'une introduction par J. Lacointa et C. Delpech. Paris 1885. 8°.

Ignis, ouvrage couronné par l'Académie Francaise. Opinion de la presse. Paris 1884. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the Royal Society. London 1884. Vol. XXXVII. N°. 233. 8°.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLV. N°. 1. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1884. New Series. Vol. VI. N°. 12. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1884. 2d Series. Vol IV. Part 6. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1884. London 1884. Part 3. 8°.

R. Owen. Description of an impregnated uterus and of the uterine ova of Echidna hystrix. 8°.
(From the Annals and magazine of natural history for December 1884).

Borough of Swansea. Tenth annual report of the Public Library and Gallery of art committee. 1883—84. Swansea 1884. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

L. von Beckh-Widmanstetter. Ein Kampf um's Recht. Enthüllungen über die Leitung im Ausschusse des Historischen Vereines. Graz 1884 8°.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1884. 3te Folge. Heft 28. 8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky a vydava Iednota ceskych mathematiku. Praze 1884. Rocnik XIII. Cislo 1—6. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1884. Kötet XIV. Füzet 4—11. 8°.

Jahresbericht der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt für 1883. Budapest 1884. 8°.

Katalog der Bibliothek und allgemeinen Kartensammlung der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1884. 8°.

DUITSCHLAND.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1884. Band XCVIII. Heft 2. 8°.

W. Foerster. Ortszeit und Weltzeit. Berlin 1884 8°.

H. von Helmholtz. Principien der Statik monocyklischer Systeme. 1ster & 2ter Aufsatz. 4°.
(Sonderabdruck a. d. Journal für die reine und angewandte Mathematik).

Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. Hamburg 1884. Jahrg. 1. 8°.

Jahrbuch der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Altertümer. Emden 1884. Band VI. Heft 1. 8°.

61ster Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1884. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Kön. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1884. Band XIII. N°. 1. 4°.

Inhoud:

G. Th. Fechner. Ueber die Frage des Weber'schen Gesetzes und Periodicitaetsgesetzes im Gebiete des Zeitsinnes.

Abhandlungen der philologisch-historischen Classe der Kön. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften Leipzig 1884. Band IX. N°. 2—6. 4°.

Inhoud:

2. W Roscher. Versuch einer Theorie der Finanz-Regalien.
3. G. Ebers. Der geschnitzte Holzsarg des Hatbastru im Aegyptologischen Apparat der Universität zu Leipzig.
4. A. Leskien. Der Ablaut der Wurzelsilben im Litauischen.
5. F. Zarncke. Christian Reuter, der Verfasser des Schelmuffsky, sein Leben und seine Werke.
6. A. Springer. Die Genesisbilder in der Kunst des frühen Mittelalters mit besonderer Rücksicht auf den Ashburnham-Pentateuch.

Berichte über die Verhandlungen der Kön. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1884. Mathematisch-physische Classe 1883. Philologisch-historische Classe 1833. 8°.

Zoologischer Anzeiger Leipzig 1884. Jahrg. 7. N°. 182—183. 8°.

Verhandlungen der Kais. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Halle 1884. Band XLV—XLVI. 4°.

Inhoud, Band XLV:

A. Elsas. Untersuchungen über erzwungene Membranschwingungen.
F. E. Geinitz. Die Skandinavischen Plagioklasgesteine und Phonolith aus dem Mecklenburgischen Diluvium.
W. Schur. Bestimmung der Masse des Planeten Jupiter aus Heliometerbeobachtungen der Abstände seiner Satelliten.
H. Jordan. Die Binnenmolusken der nördlich gemässigten Länder von Europa und Asien und der arktischen Länder.

Band XLVI:

K. Hollefreund Die Gesetze der Lichtbewegung in doppelt brechenden Medien nach der Lommel'schen „Reibungstheorie" und ihre Uebereinstimmung mit der Erfahrung.
E. Adolph. Zur Morphologie der Hymenopterenflügel. Zugleich ein Beitrag zu den Fragen der Speciesbildung und des Atavismus.
F. W. Theile. Gewichtsbestimmungen zur Entwickelung des Muskelsystems und des Skelettes beim Menschen.
A. Gruber Die Protozoen des Hafens von Genua.

Leopoldina. Amtliches Organ der Kais. Leopoldino-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Halle 1883. Heft XIX 4°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a. S. 1884. 4e Folge. Band III. Heft 4. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1884. Band XXX. N°. 11. 4°.

Berichte über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft. Freiburg i/B. 1884. Band VIII. Heft 2. 8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der Kön. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 3—4. 8°.

Monumenta Boica, edidit Academia scientiarum Boica. Monachii 1861—1883. Vol. XXXVI—XLIV. 9 Dl. 4°.

SPANJE.

J. Pastorin. Fechas cosmopolitas. (Les dates cosmopolites). Madrid 1884. 8°.

ITALIË.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Leipzig 1884. Band V. Heft 3—4. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

G. Retzius. Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Theil II. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugethiere. Stockholm 1884. fol.

Sveriges geologiska Undersöckning.

a. Beskrifning till kartbladet Vaxholm, Malmö, Kungsbacka. Stockholm 1884. 8°. en fol.

b. Annexe explicative à la carte géologique générale de la Suède. 8°.

c. Afhandlingar och uppsatser. Stockholm 1884. N°. 61—64, 66. 8°. en 4°.

Upsala Universitets-Arsskrift, 1878—1883. Upsala 1878—1883. 6 Dl. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1884. Deel XX. N°. 5. 8°.
(In het Russisch).

Mémoires du Comité géologique. St. Pétersbourg 1884. Vol. I. N°. 3. 4°.

Inhoud:

Th. Tschernyschew. Materialen zur Kenntniss der devonischen Ablagerungen in Russland.

Verslagen der Geologische Commissie. St. Petersburg 1884. N°. 6—7. 8°.
(In het Russisch).

Finlands geologiska undersökning. Beskrifning till kartbladet N°. 6. 8°.

RUMENIË.

Documente privitore la istoria Romanilor culese de L. de Hurmuzaki. Publicate sub auspiciile Academici Romane. Bucuresci 1884. Vol. IV. Partea 2. 4°.

AZIË.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. Vol. LIII. Part 2. N°. 1—2. 8°.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. N°. 3—7. 8°.

Administration report of the meteorological reporter to the government of Madras, for the year 1883—84. Madras 1884. 8°.

AMERIKA.

Index-Catalogue of the Library of the Surgeon-general' office, U. S. Army. Washington 1884. Vol. V. 4°.

Conférence internationale tenue à Washington pour l'adoption d'un premier méridien unique et d'une heure universelle, Octobre 1884. Procès-Verbaux des séances. Washington 1884. roy. 8°.

International conference held at Washington for the purpose of fixing a prime meridian and a universal day. Octobre, 1884. Protocols of the proceedings. Washington 1884. roy. 8°.

Unification des longitudes par l'adoption d'un méridien initial unique, et introduction d'une heure universelle. Extrait des comptes rendus de la 7e conférence de l'Association géodésique internationale. Washington 1884. 8°.

Résumé of a report read before the Swedish geographical Society by H. Gylden, concerning the use of equidistant meridians for the fixation of the hour. 8°.

Proceedings of the American Meteorological Society. Vol IV. Containing a paper on standard time. New-York 1884. 8°.

American chemical journal, edited by J. Remsen. Baltimore 1884. Vol. VI. N°. 4. 8°.

Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences. New-Haven 1884. Vol. VI. Part 1. 8°.

Science. Cambridge 1884. Vol. IV. N°. 94—96. 4°.

Journal of the American Medical Association. Chicago 1884. Vol. III. N°. 20—23. 4°.

Annales de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro. 1883. Tome II. 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1884. Tomo XVII. Entr. 5. 8°.

AUSTRALIË.

H. J. Browne. The higher branch of science or materialism refuted bij facts. Melbourne (1884). 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1884. Nieuwe Serie. Jaarg. 17. Afl. 10. 8°.

J. I. van Doorninck. Vermomde en naamlooze schrijvers opgespoord op het gebied der Nederlandsche en Vlaamsche letteren. Leiden 1884. Afl. 13—14. 8°.

Journal des savants. Paris, Novembre 1884. 4°.

Annales des sciences naturelles. 6e Série. Botanique. Paris 1884. Tome XIX. N°. 5—6. Tome XX. N°. 1—3. 8°.

Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques. Paris 1884. 2e Série. Tome VIII. Décembre. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1884. 6e Série. Tome III. Novembre. 8°.

The London, Edinburgh and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1884. 5th Series. Vol. XVIII. N°. 115. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1884. 5th Series. Vol. XIV. N°. 84. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1884. N°. 23—25. Nachrichten. N°. 11. 8°.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1884. Band II. Heft 8. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1884. Neue Folge. Band XXIII. Heft 4. Beiblätter. Band VIII. St. 11. 8°.

Journal für Ornithologie. Leipzig 1884. 4te Folge. Band XII. Heft 2. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLIV. Heft 8—11. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1884. 3e Période. Tome XXIV. N°. 71. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1884. 3e Période. Tome XII. N°. 11. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND JANUARI 1885.

Bijdragen tot de dierkunde, uitgegeven door het Genootschap »Natura Artis Magistra". Amsterdam 1884. Afl. 11. 4°.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, handel en scheepvaart. Amsterdam 1884. N°. 5—8. 8°

Jaarboek der Maatschappij »tot nut van 't algemeen" over 1883—1884. Amsterdam 1884. roy. 8°.

Volks-almanak voor het jaar 1885, uitgegeven door de Maatschappij tot nut van 't algemeen. Amsterdam. 8°.

D. Henriques de Castro Dzn. Een en ander over glasgravure. Amsterdam 1883. 4°.
(Niet in den handel).

Tijdschrift, uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid Haarlem 1884. 4de Reeks. Deel VIII. N°. 12. 8°.

Verslag van den staat der Sterrenwacht te Leiden en van de aldaar volbrachte werkzaamheden, in het tijdvak van den 18en September 1883 tot den 16en September 1884 uitgebracht door H. G. van de Sande Bakhuyzen. Leiden 1884. 8°.

Catalogus der Bibliotheek van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden. 1884. 2de Gedeelte. Drukwerken. Afl. 2. roy. 8°.

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. Leide 1884. Tome III. N°. 1—8. 8°.

Flora Batava. Leiden 1884. Afl. 267—268. 4°

A. Kuenen. Historisch-critisch onderzoek naar het ontstaan en de verzameling van de boeken des ouden verbonds. Leiden 1885. 2de Uitgave. Deel I. Stuk 1 8°.

B. F. Matthes. Einige Eigenthümlichkeiten in den Festen und Gewohnheiten der Makassaren und Buginesen. Leide 1884. 8°.
(Tiré du Vol. II. des Travaux de la 6e Session du Congrès intern. des Orientalistes).

Verslagen omtrent 's Rijks oude archieven. VI. 1883. 's Gravenhage 1884. 8°.

Berichten en Mededeelingen der Vereeniging voor lijkverbranding. 1884. N°. 4. 8°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het Koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1885. 4e Reeks. Deel X. Stuk 1. 8°.

Sepp's Nederlandsche insecten. 's Gravenhage 1884. 2de Serie. Deel IV. N°. 27—28. 4°.

Vereeniging ter bevordering van de krijgswetenschap. 's Gravenhage 1884. 8°.
Hierin:
W. J. Knoop. Krijgs- en geschiedkundige beschouwingen over Willem III.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1884, uitgegeven door het Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Utrecht 1885. Jaarg. 36. 4°. Oblong.

Constantijn Huygens' Costelick mal en Voorhout, met eene inleiding en aanteekeningen voorzien door Dr. Eelco Verwijs. Tweede, met het Cluys-werck vermeerderde, druk bezorgd door Dr. J. Verdam. Leeuwarden 1884. 8°.

P. C. Hooft's Ware-Nar, dat is Aulularia van Plautus, naar 's landts gelegentheidt verduitscht. Met eene inleiding en aanteekeningen uitgegeven door Dr. J. Verdam. Leeuwarden 1885. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand November 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand September 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand September 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Realia. Register op de generale resolutiën van het kasteel Batavia, 1632—1805. Uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. 's Gravenhage — Batavia 1885. Deel II. 8°.

Geneeskundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1884. Deel XXIV. Afl. 4. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1884. 3e Série. Tome XVIII. N°. 12. 8°.

G. VAN DER MENSBRUGGHE. Notice sur J. A. F. PLATEAU. Bruxelles 1884. 8°.
(Extrait de l'Annuaire de l'Académie royale de Belgique, 1885).

Geschiedenis van de gemeenten der provincie Oost-Vlaanderen. Gent 1884. Deel XXXV. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1884—1885. Tome XCIX. N°. 25—26. Tome C. N°. 1—3. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1884—1885. 2e Série. Tome XIII. N°. 52—53. Tome XIV. N°. 1—3. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1884—1885. 10e Année. Vol. IX. N°. 431. 11e Année. Vol. X. N°. 432—436. 4°.

Bulletin de la Société zoologique de France. Paris 1884. 9e Année. N°. 1—5. 8°.

Bulletin de la Société botanique de France. Paris 1881—1883. Tome XXVIII. N°. 6. Tome XXIX. Tome XXX. Comptes rendus. N°. 1—4. Revue bibliographique. A—D. 8°.

Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de biologie. Paris 1874—1880. Année 1873. Comptes rendus. N°. 3. Année 1874. Mémoires. Année 1878. 6e Série. Tome V. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. 8e Série. Tome II. N°. 2. 8°.

Bulletin de la Société académique Indo-Chinoise. Paris 1882. 2e Série. Tome I. 8°.

Inventaire des manuscrits de la Bibliothèque Nationale. Fonds de Cluni. Paris 1884. 8°.

Ministère de la guerre. Bibliothèque du dépôt de la guerre. Catalogue. Paris 1884. Tome II. 8°.

Académie des sciences. Mission scientifique du Cap Horn, 1882—1883. Rapports préliminaires. Paris 1884. 4°.

Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique

Centrale. Recherches zoologiques. 1e Partie. Anthropologie du Mexique. 4°.

Annales des sciencesnaturelles. Paris 1824—1884. 1e Série. Tome I—XV. Tome XXII—XXX. Avec Table des matiéres. 2e Série. Zoologie. Tome I—XX. Botanie. Tome I—XX. 3e Série. (Zoologie Tome I—XX reeds in ons bezit). Botanie. Tome I—XX. 4e Série. Zoologie. Tome XII—XIV, XX. (Tome I—XI, XVI—XIX reeds in ons bezit). Botanie. Tome I - XX. 5e Série. Zoologie. Tome I—XX. Botanie. Tome I—XX. 6e Série. Zoologie. Tome I—XVI 165 Deelen. 8°.

Faidherbe. Les dolmens d'Afrique. Paris 1873. 8°.

Maçoudi. Les prairies d'or. Texte et traduction par C. Barbier de Meynard et Pavet de Courteille. Paris 1861—1877. Tome I—IX. 8°.

H. Fournel. Les Berbers. Etude sur la conquête de l'Afrique, d'après les textes Arabes imprimés. Paris 1875—1881. 2 Vol. 4°.

G. Schlumberger. Numismatique de l'Orient latin, avec supplément et index alphabétique. Paris 1878—1882. 2 Vol. 4°.

——————— Le trésor de San'â (monnaies Himyaritiques). Paris 1880. 4°.

A. Bouché-Leclercq. Histoire de la divination dans l'antiquité. Paris 1879—1882. Vol. I—IV. 8°.

A. Ebert. Histoire générale de la littérature du moyen age en Occident. Traduite de l'Allemand par I. Aymeric et J. Condamin. Paris 1883—1884. Tome I—II. 8°.

Johannis Burchardi Argentinensis diarium sive rerum urbanarum commentarii (1483—1506). Texte latin publié d'après les manuscrits de Paris, de Rome et de Florence avec introduction, notes, appendices, tables et index par L. THUASNE. Paris 1883 - 1884. Tome I—II. 8°.

Oeuvres choisies de A. J. LETRONNE, assemblées, mises en ordre et augmentées d'un index par E. FAGNAN. Paris 1881 - 1883. 1e Série. Egypte ancienne. Tome I - II. 2e Série. Géographie et cosmographie. Tome I—II. 3e Série. Archéologie et philologie. Tome I. 5 Deelen. 8°.

Oeuvres de A. DE LONGPÉRIER, réunies et mises en ordre par G. SCHLUMBERGER. Paris 1883—1884. Tome I—VI. 8°.

Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon. Paris-Lyon 1883—1884. Classe des sciences. Vol. XXVI. 4°.

Inhoud :

F. GONNARD. Notes minéralogiques sur les environs de Pontgibaud.
SAINT-LAGER. Des origines des sciences naturelles.
C. A. VALSON. Du sentiment de l'idéal et de la poésie dans la science et chez les savants.
TH. AYNARD. Histoire du quai Saint-Clair en la ville de Lyon.
A. LOCARD. Correspondance inédite entre le comte d'Agenois, duc d'Aiguillon, le comte de Seignelay et le cardinal de Polignac sur la divisibilité de la matière.
DESGRANGES. Considérations sur la chirurgie.

Annales du Musée Guimet. Paris 1884. Tome VII. 4°.

Inhoud:

A. BOURQUIN. Brahmakarma ou rites sacrés des Brahmanes.

A. Bourquin. Dharmasindhu ou Océan des rites religieux par le prêtre Kâshinâtha.

E. S. W. Sénâthi-râja. Quelques remarques sur la secte Civaïte chez les Indous de l'Inde méridionale.

A. Locard. Les coquilles sacrées dans les religions Indoues.

Mutu Coomâra Swâmy. Dâthâvança ou histoire de la dent-relique du Buddha.

J. Gerson da Cunha. Mémoire sur l'histoire de la dent-relique de Ceylan, précédé d'un essai sur la vie et la religion de Gautama Buddha.

P. Regnaud. Etudes phonétiques et morphologiques dans la domaine des langues Indo-Européennes et particulièrement en ce qui regarde le Sanskrit.

Revue de l'histoire des religions. Paris 1883—1884. Tome VIII. N°. 6. Tome IX. N°. 1—3. Tome X. N°. 1. 8°.

Bulletin de la Société des sciences de Nancy. Paris 1884. 2e Série. Tome VI. Fasc. 16. 8°.

Tables chronologique, méthodique et alphabétique des travaux insérés dans les mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Caen depuis 1754 jusqu'en 1883 (inclusivement). Caen 1884. 8°.

Mémoires de la Société académique des sciences, arts etc. de Saint-Quentin. 1884. 4e Série. Tome V. 8°.

Bulletin historique de la Société des antiquaires de la Morinie. Saint-Omer 1884. Nouvelle Série. Livr. 129—131. 8°.

Mémoires de la Société des antiquaires de Picardie. Documents inédits concernant la province. Amiens 1883. Tome X. 4°.

Inhoud:

Hénocque. Histoire de l'abbaye et de la ville de Saint-Riquier. Tome II.

Bulletin de la Société académique Franco-Hispano-Portugaise. Toulouse 1884. Tome V. N°. 1—2. 8°.

Mémoires de la Société d'émulation de Cambrai. 1883. Tome XXXIX. 8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1882—1883. Rouen 1884. 8°.

Bulletin de la Société académique de Brest. 1884. 2e Série. Tome IX. 8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas. Nancy 1884. 5e Série. Tome I. 8°.

Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie. Chambéry 1883. Documents. Vol. V. 8°.

Inhoud:

A. Perrin. Catalogue du médaillier de Savoie.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1884. Vol. CLXXV. Part. 1. 4°.

Inhoud:

Rayleigh. On the circulation of air observed in Kundt's tubes, and on some allied acoustical problems.

W. A. Tilden. On the solubility of salts in water at high temperatures.

W. Ramsay. The influence of pressure on the temperature of volatilization of solids.

W. N. Hartley. Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis.

——————— Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances.

W. H. Howell. Experiments upon the heart of the dog with reference to the maximum volume of blood sent out by the left ventricle in a single beat, and the influence of variations in venous pressure, arterial pressure, and pulse-rate upon the work done by the heart.

W. M. Hicks. On the steady motion and small vibrations of a hollow vortex.

T. Lauder Brunton. Contributions to our knowledge of the connexion between chemical constitution, physiological action and antagonism.

Owen. Description of teeth of a large extinct (marsupial?) genus, Sceparnodon, Ramsay.

——— Evidence of a large extinct lizard (Notiosaurus dentatus, Owen) from Pleistocene Deposits, N. S. W. Australia.

W. de W. Abney and A. Schuster. On the total solar eclipse of May 17, 1882.

Owen. Evidence of a large extinct monotreme (Echidna Ramsayi Ow.) from the Wellington Breccia Cave, New South Wales.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1884. Vol. XLV. N°. 2. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 1. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1885. Band VII. Heft 2. 8°.

General-Index sämmtlicher Publicationen der Ungarischen geologischen Gesellschaft von den Jahren 1852—1882. Budapest 1884. 8°.

DUITSCHLAND.

B. Windscheid. Die Aufgaben der Rechtswissenschaft. Leipzig 1884. 4°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1884—1885. Jahrg. 7—8. N°. 185—186. 8°.

Mittheilungen aus der Grossherzoglichen Badischen Hof- und Landesbibliothek und Münzsammlung. Karlsruhe 1884. N°. 5. 4°.

Inhoud:

W. Brambach. Bildnisse zur Geschichte des Badischen Fürstenhauses. Vorarbeiten zu einem kritischen Verzeichnisse Badischer Fürstenporträts.

13ter Bericht. Festschrift zur Halbsaecular- Feier- der Naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. 1884. 8°.

Verhandlungen der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft. Würzburg 1884. Neue Folge. Band XVIII. 8°.

Sitzungsberichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft. Würzburg 1884. Jahrg. 1884. 8°.

ITALIË.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Roma 1884. 3ª Serie. Transunti. Vol. VIII. Fasc. 16. 4°.

Memorie del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Classe di scienze matematiche e naturali. Milano 1884. Vol. XV. Fasc. 2—3. 4°.

Inhoud: Vol. XV. Fasc. 2:

Mercalli. L'isola d'Ischia ed il terremoto del 28 Luglio 1883.

Vol. XV. Fasc. 3:

Sangalli. Singolari produzioni cornee del corpo umano.

Verga. Sulle parti genitali interne delle fetine e delle neonate e specialmente sulla metro-salpingite cui esse vanno soggette.

Penzig. Miscellanea teratologica.

Zoja. Sopra un solco dell' osso frontale (solco soprafentale).

Memorie del Reale Istituto Lombardo di science e lettere. Classe di lettere e scienze morali e politiche. Milano 1884. Vol. XV. Fasc. 2. Vol. XVI. Fasc. 1—2. 4°.

Inhoud, Vol. XV. Fasc. 2.

Villa-Pernice. Unimetallismo e bimetallismo.
E. C. Ferrini. Anecdota laurentiana et vaticana.
Rolando. Delle êre principali come fondamento della cronologia storica.

Vol. XVI. Fasc. 1—2:

Biffi. Sulle antiche carceri di Milano e del ducato Milanese, e sui sodalizi che vi assistevano i prigionieri ed i condannati a morte.

Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Milano 1883. 2ª Serie. Vol. XVI. 8°.

Atti della Societa di scienze naturali. Processi verbali. Vol. IV. Adunanza di 14 Decembre 1884. 8°.

A Z I Ë.

Report on the meteorology of India in 1882 by H. F. Blanford. Calcutta 1884. fol.

Register of original observations in 1884, reduced and corrected at six places in India. May 1884. fol.

A M E R I K A.

Annual report of the surgeon general, United States army. 1884. 8°.

Report of the superintendent of the U. S. naval observatory for the year ending October 30, 1884. Washington 1884. 8°.

Journal of the American Medical Association. Chicago 1884—1885. Vol. III. N°. 24—26. Vol. IV. N°. 1—2. 8°.

Science. Cambridge 1884. Vol. IV. N°. 97—99. Vol. V. N°. 100—102. 8°.

Proceedings of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1884. Part 2. 8°.

Studies from the Biological Laboratory of Johns Hopkins University. Baltimore 1884. Vol. III. N°. 2. 8°.

American chemical journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1884. Vol. VI. N°. 5. 8°.

American journal of philology, edited by B. L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1884. Vol. V. N°. 3. 8°.

Johns Hopkins University studies in historical and political science, edited by H. B. ADAMS. Baltimore 1885. 3d Series. N°. 1. 8°.

F. VON MUELLER. Select extra-tropical plants readily eligible for industrial culture or naturalization. With indications of their native countries and some of their uses. Detroit, Mich. 1884. 8°.

Geological and natural history survey of Canada. Comparative vocubularies of the Indian tribes of British Columbia, by W. FRASER TOLMIE and G. M. DAWSON. Montreal 1884. 8°.

A. R. C. SELWYN and G. M. DAWSON. Descriptive sketch of the physical geography and geology of the dominion of Canada. Montreal 1884. 8°.

Map of the dominion of Canada, geologically coloured from surveys, made by the geological corps, 1842 to 1882. 2 bladen. plano.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1884. Tomo XVIII. Entr. 6. 8°.

Boletin de la Academia Nacional de ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1884. Tomo VI. Entr. 6. 8°.

AANGEKOCHT.

Journal des savants. Paris, Décembre 1884. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Janvier. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1884. 6e Série. Tome III. Décembre 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XIX. N°. 116. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XV. N°. 85. 8°.

Dictionary of national biography edited by Leslie Stephen. London 1885. Vol. I. (Abbadie-Anne). 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1884. N°. 26. 1885. N°. 1. Nachrichten, 1884. N°. 2. 8°.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1884. Jahrg. 2. Heft 9. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1882—1884. Jahrg. 48. Heft 6. Jahrg. 50. Heft 3—4. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXIV. Heft 1. Beiblätter. Band VIII. St. 12. Band IX. St. 1. 8°.

Allgemeine Deutsche Biographie. Leipzig 1884. Band XX. (Maasz-Maximiliaan II.) 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1884. Band CCLIV. Heft 12—13. Band CCLV. Heft 1—4. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1884. 3e Période. Tome XXIV. N°. 72. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1884—1885. 3e Période. Tome XII. N°. 12. Tome XIII. N°. 1. 8°.

TEN GESCHENKE ONTVANGEN VAN DEN HEER
C. A. J. A. OUDEMANS.

P. NYLANDT. De Nederlandtse herbarius of kruydt-boeck, beschrijvende de geslachten, gedaente, plaetse, tyt, oeffening, aert, krachten en medicinael gebruyck van allerhande boomen, heesteren, boomgewassen, kruyden en planten, die in de Nederlanden in 't wilde gevonden, en in de hoven onderhouden worden. 't Amsterdam 1673. kl. 8°.

Ch. BONNET. Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes et sur quelques autres sujets relatifs à l'histoire de la végétation. Gottingue 1754. 4°.

J. P. VAUCHER. Histoire des conferves d'eau douce, contenant leurs différens modes de reproduction, et la description de leurs principales espèces, suivie de l'histoire des trémelles et des ulves d'eau douce. Genève 1803. 4°.

A. L. S. Lejeune. Flore des environs de Spa, ou distribution selon le système de Linnaeus, des plantes qui croissent spontanément dans le département de l'Ourte et dans les départements circonvoisins. Liége 1811—1813. 1e et 2e Partie. 2 Dl. 8°.

——————— Revue de la flore des environs de Spa. Liége 1824. 8°.

H. R. Göppert. Ueber die Wärme-Entwicklung in den Pflanzen, deren Gefrieren und die Schutzmittel gegen dasselbe. Breslau 1830. 8°.

L. C. Treviranus. Physiologie der Gewächse. Bonn 1835—1838. 2 Dl. 8°.

Th. F. L. Nees ab Esenbeck. Genera plantarum florae Germanicae iconibus et descriptionibus illustrata. Bonnae 1835—1843. 5 Dl. 8°.

R. Arendt. Das Wachstum der Haferpflanze. Physiologisch-chemische Untersuchungen über Aufnahme, Vertheilung und Wanderung der Nahrungsstoffe. Leipzig 1859. 8°.

L. Dippel Das Mikroskop und seine Anwendung. Theil II. Anwendung des Mikroskopes auf die Histiologie der Gewächse. Braunschweig 1869—1872. 1ste und 2te Abth. 8°.

Report on the progresses and condition of the Royal gardens at Kew during the years 1873, 1876, 1877, 1879, 1880, 1881 and 1882. London 1874—1884. 7 Dl. 8°.

1st Annual report of the Chicago botanical garden, Decembre 1st, 1875. Chicago 1876. 8°.

Asa Gray. Contributions to North-American botany. 8°. (From proceedings of the American Academy of arts and sciences. Vol. XVII.)

E. Pâque. Note sur le Splachnum sphaericum L. fil., espèce nouvelle pour la flore Belge. 8°. (Extrait du compte rendu de la Société royale de botanique de Belgique du 8 Mars 1884.)

———— Nouvelles recherches sur la flore Belge. 8°. (Extrait du Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. Tome XXII.)

———— Catalogue des plantes plus ou moins rares observées aux environs de Turnhout. Gand 1880. 8°. (Extrait du Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. Tome XIX.)

———— Herborisations de 1881. Gand 1882. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND FEBRUARI 1885.

Bijdragen tot de dierkunde, uitgegeven door het Genootschap »Natura Artis Magistra". Amsterdam 1884. 4°.

Inhoud:

W. J. Vigelius. Die Bryozoen, gesammelt während der dritten und vierten Polarfahrt des „Willem Barents" in den Jahren 1880 und 1881.

Staatkundig en staathuishoudkundig jaarboekje voor 1884, uitgegeven door de Vereeniging voor de statistiek in Nederland. Amsterdam 1884. Jaarg. 36. Afl. 2. 8°.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1884. N°. 9—10. 8°.

Gids op de tentoonstelling van retrospective kunst. Amsterdam 1883. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1884. 4de Reeks. Deel IX. N°. 1. 8°.

Tijdschrift voor Nederlandsche taal- en letterkunde, uitgegeven van wege de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde. Leiden 1881—1884. 1ste—3de Jaarg. 8°.

Taalkundig woordenboek op de werken van P. C. Hooft, ter aanvulling en verbetering van het uitlegkundig woordenboek van Hooft, uitgegeven door de Tweede Klasse van het voormalig Koninklijk Nederlandsch Instituut. Van wege de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden, bewerkt door A. C. Oudemans Jr. Leiden 1868. 8°.

Seghelyn van Jherusalem. Naar het Berlijnsch handschrift en den ouden druk van wege de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde uitgegeven door Dr. J. Verdam. Leiden 1878. roy. 8°.

Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van ingenieurs. 's Gravenhage 1884—1885. 2de Afl. 1ste en 2de Gedeelte. 3de Afl. 2de Gedeelte. 4°.

Tijdschrift voor entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische vereeniging. 's Gravenhage 1884. Deel XXVII. Afl. 4. 8°.

Verslag aan den Koning van de bevindingen en handelingen van het Geneeskundig staatstoezicht in het jaar 1883. 's Gravenhage 1884. 4°.

26ste Jaarlijksch verslag door de hoofd-commissie aan de leden van de Vereeniging tot daarstelling van eene algemeene openbare Bibliotheek en van een daaraan verbonden Leeskabinet te Rotterdam medegedeeld in de algemeene vergadering van 21 Februari 1885. 8°.

C. A. J. A. Oudemans en Hugo de Vries. Leerboek der plantenkunde, ten gebruike bij het hooger onderwijs. Zalt Bommel 1884. Deel III. 8°.

Uitkomsten van de in 1883 uitgevoerde nauwkeurigheids-waterpassing. N°. XXV—XXVI. fol.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand December 1884. 's Gravenhage 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Nederlandsch Nieuw-Guinea en de Papoesche eilanden. Historische bijdrage ± 1500—1883 door A. Haga. Uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap der kunsten en wetenschappen. Batavia 1884. 2 Dl. 8°.

Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1884. Deel XXIX. Afl. 5—6. 8°.

Notulen van de algemeene en bestuurs-vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1884. Deel XXII. Afl. 2—3. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884—1885. 3e Série. Tome VIII. N°. 12. Tome IX. N°. 1. 8°.

Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. Année 51. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 1. 8°.

E. Dupont. La chronologie géologique. Bruxelles 1884. 8°. (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 3e Série. Tome VIII).

L'Université de Bruxelles. 1834—1884. Notice historique faite à la demande du conseil d'administration par L. Vanderkindere. Bruxelles 1884. roy. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 4—7. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 4—7. 8°.

Bulletin de la Societé mathématique de France. Paris 1884. Tome XII. N°. 5. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. 8e Série. Tome II. N°. 5. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. IX. N°. 437—440. 4°.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de botanique. Auch 1883—1885. Tome II. N°. 23 -24. Tome III. N°. 25—32. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N°. 3. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1885. 2d Series. Vol. V. Part 1. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Londen 1885. New Series. Vol. VII. N°. 2. 8°.

Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1885. New Series. Vol. XVII. Part 1. 8°.

Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1885. Vol. XIV. N°. 3. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Casapis pro pestovani mathematiky a fysiky, a vydava Jednota Ceskych mathematiku. Praze 1872—1883. Rocnik I. Cislo 1—5. Rocnik XII. Cislo 1—6. 8°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1885. Band VII. Heft 3. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft Budapest 1884. Kötet XIV. Füzet 12. 8°.

DUITSCHLAND.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. Frankfurt a/M. 1884. 8°.

Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Wiesbaden 1884. Jahrg. 37. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 187—188. 8°.

A. Kiessling. Coniectaneorum spicilegium II. Gryphiswaldiae 1884. 4°.

F. Susemihl. De carminis Lucretiani prooemio et de vitis Tisiae Lysiae Isocratis Platonis Antisthenis Alcidamantis Gorgiae quaestiones epicriticae. Gryphiswaldiae 1884. 4°.

E. Ballowitz. Beitrag zur Symptomatologie der Leukaemie. Statistik über 41 Fälle. Greifswald 1884. 8°.

G. Bayer. Ueber Halswirbelluxationen mit Decubitus acutus. Greifswald 1884. 8°.

M. Bengelsdorff. Ueber Atresia ani congenita. Greifswald 1884. 8°.

A. Biederstedt. Ueber Situs viscerum inversus und Mittheilung eines Falles. Greifswald 1884. 8°.

A. Blaesing. Ueber Scarlatina im Wochenbett und Mittheilung dreier Fälle. Greifswald 1884. 8°.

R. Buchmann. Ein Beitrag zur Casuistik der Bulbusverletzungen. Greifswald 1884. 8°.

A. von Chrzanowski. Ueber die Hernia properitonealis unter Mittheilung eines durch Radicaloperation geheilten Falles. Greifswald 1884. 8°.

B. Czech. Ueber hereditäre (familiäre) progressive Muskelatrophie. Greifswald 1884. 8°.

F. Gasters. Ueber Eklampsie nebst Mittheilung von 14 in der Greifswalder geburtshülfl. Poliklinik beobachteten Fällen. Greifswald 1884. 8°.

L. Glowalla. Ueber traumatische Deltoideslähmungen. Greifswald 1884. 8°.

L. Greger. Spindelzellensarkom des Kreuzbeins als Ursache von Ischias postica. Greifswald 1884. 8°.

O. Gutjahr. Casuistischer Beitrag zur Lehre von den bursalen Hygromen der Kniekehle. Greifswald 1884. 8°.

M. Hager. Ueber die Hernia littrica (Darmanhangsbruch), nebst Beifügung eines Falles von eingeklemmtem Darmanhangsbruch. Greifswald 1884. 8°.

G. Heptner. Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Hydrargyrum cyanatum bei Diphtherie der Conjunctiva angestellt an Kaninchen. Greifswald 1884. 8°.

G. Hoffmann. Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Ameisensäure. Greifswald 1884. 8°.

M. Hoppe. Ein Beitrag zur Castration der Frauen bei Uterusfibroiden. Greifswald 1884. 8°.

A. Lüschow. Ein Fall von linksseitiger Hypoglossus-Lähmung in Folge von Spondylitis cervicalis. Greifswald 1884. 8°.

E. Mangold. Zur Aetiologie des Lupus. Greifswald 1884. 8°.

O. Manke. Behandlung der Diphtherie mit Cyanquecksilber. Greifswald 1884. 8°.

E. Meyhoeffer. Ueber die mechanische Behandlung der Hüftgelenksentzündung. Greifswald 1884. 8°.

F. Middelschulte. Ein Beitrag zu den primären desmoiden Geschwülsten der breiten Gebärmutterbänder. Greifswald 1884. 8°.

M. Müller. Behandlung der Pleuritis exsudativa mit Chlornatrium. Greifswald 1884. 8°.

J. Nimsch. Ein Fall von Cancroid der äusseren Genitalien des Weibes. Greifswald 1884. 8°.

A. Osterbind. Ueber Ruptur der Gebärmutter. Greifswald 1884. 8°.

F. Patrzek. Ueber Carbol- und Sublimatlösungen als Desinficientien in der Geburtshilfe. Greifswald 1884. 8°.

O. Raschdorff. Ueber cystische Tumoren im weiblichen Leistencanal und dem Labium majus. Greifswald 1884. 8°.

J. Rosenthal. Ueber Behandlung von Hornhauttrübungen Unter besonderer Berücksichtigung der von Heisrath angegebenen Jodkali-Salbe. Greifswald 1884. 8°.

W. Schwengbeck. Ueber Wirkung und therapeutische Verwerthung der Injectionen von Terpentinöl. Greifswald 1884. 8°.

A. Springer. Beitrag zur Casuistik der Totalexstirpation des carcinomatoesen Uterus. Greifswald 1884. 8°.

P. Steffen. Ueber die Verwerthung der Reverdin'schen Transplantation für Rhinoplastik. Greifswald 1884. 8°.

K. Strangmeier. Beiträge zur operativen Behandlung der interligamentären Ovarial- und Parovialgeschwülste. Greifswald 1884. 8°.

R. Wanke. Zur Aetiologie der Caries sicca. Greifswald 1884. 8°.

H. Weber. Endemie von Conjunctivitis follicularis im Greifswalder Rettungs- und Waisenhause. Greifswald 1884. 8°.

E. Wolff. Beitrag zur Casuistik der Ichthyosis. Greifswald 1884. 8°.

C. Wroblewski. Ein Fall von linksseitigen Haematokolpos bei Verdoppelung des Genitalkanals. Greifswald 1884. 8°.

O. Zietlow. Die Hydrocele und ihre operative Behandlung nach einer neuen Methode. Greifswald 1884. 8°.

R. Zühlke. Placenta prävia. Greifswald 1884. 8°.

E. Bornhöft. Die geologischen Verhältnisse des Greifswalder Bodens. Greifswald 1884. 8°.

G. Mohr. Ueber Benzylsulfonsäuren. Greifswald 1884. 8°.

J. Perl. Ueber einige Thiosulfonsäuren und Sulfinsäuren des Toluols. Greifswald 1884. 8°.

H. Traube. Beiträge zur Kenntniss der Gabbros, Amphibolite und Serpentine des niederschlesischen Gebirges. Greifswald 1884. 8°.

A. Bartelt. Die Ausschreitungen des geistlichen Standes in der christlich-lateinischen Literatur bis zum XII Jahrhundert und in den altfranzösischen Fableaus. 1e Theil. Greifswald 1884. 8°.

A. Haas. Quibus fontibus Aelius Aristides in componenda declamatione, quae inscribitur ΠΡΟΣ ΠΛΑΤΩΝΑ ΥΠΕΡ ΤΩΝ ΤΕΤΤΑΡΩΝ, usus sit. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

R. Holsten. De Stesichori et ibyci dialecto et copia verborum. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

B. Keil. Analectorum Isocrateorum specimen. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

O. Kulcke. Seneca's Einfluss auf Jean de la Péruse's »Médée" und Jean de la Taille's »La famine ou les Gabéonites". Greifswald 1884. 8°.

E. Mackel. Die germanischen Elemente in der altfranzösischen und altprovenzalischen Sprache. Greifswald 1884. 8°.

W. Olsen. Quaestionum Plautinarum de verbo substantivo specimen. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

F. Ostermayer. De historia fabulari in comoediis Plautinis. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

G. Otten. Ueber die Caesur im altfranzösischen. Greifswald 1884. 8°.

M. Schuster. Quomodo Plautus Attica exemplaria transtulerit. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

C. Strecker. De Lycophrone Euphronio Eratosthene comicorum interpretibus. Gryphiswaldiae 1884. 8°.

J. Meinhold. Die Composition des Buches Daniel. Greifswald 1884. 8°.

P. Abraham. Ueber den Eintritt des Kommissionärs als Selbstkontrahenten nach Art. 376, 377 des Handelsgesetzbuches. Hamburg 1884. 8°.

F. Friedmann. Die Wirkungen der Confusio nach römischem Recht. Berlin 1884. 8°.

ZWITSERLAND.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle. Genève 1884. Tome XXVIII. Partie 2. 4°.

Inhoud:

M. Micheli. Contributions à la flore du Paraguay: Légumineuses.
P. de Loriol. Catalogue raisonné des Echinodermes recueillis par M. V. de Robillard à l'île Maurice.
H. de Saussure. Prodromus Oedipodiorum insectorum ex ordine Orthopterorum.

Europäische Gradmessung. Das Schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der Schweizerischen geodätischen Commission. 2ter Band. Die Netzausgleichung und die Anschlussnetze der Sternwarten und astronomischen Punkte. Zürich 1885. 4°.

ITALIË.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Roma 1884—1885. Serie 4. Rendiconti. Vol I. Fasc 1—4. 4°

DENEMARKEN.

Aarboger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det Kong. Nordiske Oldskrift-Selskab. Kjobenhavn 1884. Hefte 4. 8°.

RUSLAND.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences. St. Pétersbourg 1884. Tome XXIX. N°. 4. 4°.

Acta horti Petropolitani. St. Pétersburg 1884. Tomus VIII. Fasc 3. Tomus IX. Fasc 1. 8°.

Superficie de l'Europe établie par J. Strelbitsky. St. Pétersbourg 1882. 4°.

RUMENIË.

L. von Hurmuzaki. Fragmente zur Geschichte der Rumänen. Bucuresci 1884. Band III. 8°.

AZIË.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. N°. 7—10. 8°.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884—1885. Vol. LII. Part 2. Vol. LIII. Part 1—2. 8°.

Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. III. Part. 2. 8°.

AMERIKA.

Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and nautical Almanac. Washington 1884. Vol. III. Part. 2 - 3. 4°.

Inhoud:

2. G. W. Hill. Determination of the inequalities of the moon's motion which are produced by the figure of the earth.
3. S. Newcomb. On the motion of Hyperion. A new case in celestial mechanics.

Johns Hopkins University circulars. Baltimore 1885. Vol. IV. N°. 36. 4°.

Werken van de Afdeeling Natuurkunde

DER KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN,

VOOR VERMINDERDE PRIJZEN TE BEKOMEN.

P. Bleeker, Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Japan . . . . . *f* 0,25

R. van Rees, Over de theorie der magnetische krachtlijnen van Faraday . . . . . " 0,40

G. Vrolik, Over het verschil van de inwendige gesteldheid der horenpitten bij Antilopen. (Met twee platen.). . . " 0,50

F. J. Stamkart, Over het berekenen der gemiddelde waterhoogte en der watergetijden, uit gedane waarnemingen. " 0,50

G. J. Mulder, A. H. van der Boon Mesch en J. C. Rijk, Over de oorzaken der zelfontbranding van stoffen in schepen geladen . . . . . " 1,20

R. Lobatto, Mémoire sur l'intégration des équations linéaires du premier ordre aux différentielles partielles, à quatre variables . . . . . " 0,50

W. Vrolik, Beschrijving van gebrekkigen hersen- en schedelvorm. (Met vier platen.) . . . . . " 1,20

F. Dozy, Bijdrage tot de anatomie en phytographie der Sphagna. (Met twee platen.). . . . . " 0,50

J. A. C. Oudemans, Mémoire sur l'orbite de la comète périodique, découverte par M. d'Arrest le 27 Juin 1851. " 0,80

J. L. C. Schroeder van der Kolk, Anatomisch-physiologisch onderzoek over het fijnere zamenstel en de werking van het ruggemerg . . . . . " 2,50

H. J. Halbertsma, Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde der tanden. . . . . " 1,20

P. Bleeker, Over eenige visschen van van Diemensland. . " 0,40

D. Bierens de Haan, Note sur une méthode pour la réduction d'intégrales définies et sur son application à quelques formules spéciales. . . . . " 1,00

J. VAN DER HOEVEN, Over het geslacht Icticyon van Lund (Cynalicus Gray.) . . . . . *f* 0,30

H. J. HALBERTSMA, Over hermaphroditismus spurius femininus. . . . . „ 0,40

J. BADON GHYBEN, Onderzoek hoe de rigtingen van de hoofdassen der ligchamen, en de waarden hunner momenten van traagheid ten opzigte van die assen, in verband staan met het als oorsprong gekozen punt . . . „ 0,75

J. P. DELPRAT, Over de betrekking tusschen de gemiddelde snelheid van het water in rivieren en de werkelijke snelheid. . . . . „ 1,80

F. J. STAMKART, Over de afwijkingen van het kompas, voortgebragt door de aantrekking van het scheeps-ijzer . . „ 1,00

J. A. C. OUDEMANS, Zweijährige Beobachtungen dor meisten jetzt bekannten veränderlichen Sterne. . . . . „ 1,20

J. VAN DER HOEVEN, Bijdrage tot de ontleedkundige kennis aangaande Nautilus Pompilius L., vooral met betrekking tot het mannelijke dier. . . . . „ 1,40

C. M. VAN DER SANDE LACOSTE, Synopsis Hepaticarum Javanicarum, adjectis quibusdam speciebus Hepaticarum novis extra-Javanicis. . . . . „ 5,00

D. BIERENS DE HAAN, Réduction des intégrales définies générales $\int_0^\infty F(x)\frac{Cos.\,px\,dx}{q^2+x^2}$, $\int_0^\infty F(x)\frac{Sin.\,px\,dx}{q^2+x^2}$, et application de ces formules au cas, que $F(x)$ a un facteur de la forme $Sin.^a x$ ou $Cos.^a x$ . . . . . „ 2,00

W. VROLIK, Ontleedkundige nasporingen omtrent Dendrolagus inustus. . . . . „ 1,00

G. F. W. BAEHR, Over de draaijende beweging van een ligchaam om een vast punt, en de beweging der aarde om haar zwaartepunt . . . . . „ 0,40

F. KAISER, Eerste onderzoekingen met den micrometer van Airy, volbragt op het observatorium der hoogeschool te Leiden . . . . . „ 1,20

J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK, Over het fijnere zamenstel en de werking van het verlengde ruggemerg en over de naaste oorzaak van epilepsie en hare rationele behandeling . . . . . „ 2,00

P. HARTING, Description d'un diamant remarquable, contenant des cristaux . . . . . „ 0,40

D. BIERENS DE HAAN, Over eenige gevallen bij de theorie van onstadige (discontinuë) functiën, waar men te onderscheiden heeft, of het oneindige van een' even' of oneven', een geheele of gebroken vorm zij . . . . . „ 0,75

W. VROLIK en J. VAN DER HOEVEN, Beschrijving en afbeelding van eenen te Pompeji opgegraven menschelijken schedel . . . . . f 0,40

J. BOSQUET, Recherches paléontologiques sur le terrain tertiaire du Limbourg Néerlandais. . . . . " 0,75

J. BADON GHIJBEN, Oplossing van een stelkunstig problema betrekking hebbende tot het vinden van den grootsten last, die door eenige steunpunten kan gedragen worden. " 0,40

F. J. STAMKART, Theorie van het intensiteits-kompas en van zijn gebruik op ijzeren en houten schepen . . . . . " 0,60

J. VAN DER HOEVEN, Ontleedkundig onderzoek van den Potto van Bosman door F. A. W. van Campen, Med. Cand., uit zijne nagelaten aanteekeningen bijeengebragt. " 1,50

D. BIERENS DE HAAN, Exposé de la théorie des propriétés, des formules de transformation et des méthodes d'évaluation des intégrales définies. 1e, 2e et 3e part. . . " 15,00

P. HARTING, Description de quelques fragments de deux Céphalopodes gigantesques . . . . . " 0,75

E. H. VON BAUMHAUER, Verhandeling over de digtheid, de uitzetting, het kookpunt en de spanning van den damp van Alkohol en van mengsels van Alkohol en water. . " 1,00

E. H. VON BAUMHAUER, Mémoire sur la densité, la dilatation, le point d'ébullition et la force élastique de la vapeur d'Alcool et des mélanges d'Alcool et d'eau . . " 1,00

J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK, Over de allantois en hare vorming en veranderingen in den mensch. . . . " 0,50

C. H. D. BUYS BALLOT, Sur la marche annuelle du thermomètre et du baromètre en Neêrlande et en divers lieux de l'Europe, déduite d'observations simultanées de 1849 à 1859 . . . . . " 2,00

C. A. J. A. OUDEMANS, Ueber den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen . . . . . " 0,75

R. B. VAN DEN BOSCH, Hymenophyllaceae Javanicae; sive descriptio Hymenophyllacearum archipelagi Indici, iconibus illustrata . . . . . " 4,00

P. HARTING, Bijdrage tot de kennis der mikroskopische fauna en flora van de Banda-zee, naar aanleiding van eenige door diepzeeloodingen van 990 tot 4000 vademen uit die zee opgebragte gronden . . . . . " 1,00

N. W. P. RAUWENHOFF, Bijdrage tot de kennis van Dracaena Draco L. . . . . " 1,00

R. LOBATTO, Mémoire sur une méthode d'approximation pour le calcul des rentes viagères . . . . . " 0,40

G. J. VERDAM, Bijdrage tot de toepassing van het beginsel van d'Alembert, overeenkomstig de rekenwijze van Lagrange. " 1,00

V. S. M. VAN DER WILLIGEN, De coëfficiënten van breking voor mengsels van zwavelzuur en water . . . . . *f* 0,40

P. HARTING, Notices zoologiques, anatomiques et histiologiques, sur l'Orthragoriscus Ozodura, suivies de considérations sur l'ostéogénèse des Téléostiens en général. . *"* 1,50

C. A. J. A. OUDEMANS, Annotationes criticae in Cupuliferas nonnullas Javanicas. . . . . *"* 1,50

H. C. MILLIES, Over eene nieuw ontdekte afbeelding van den Dodo (Didus ineptus L.) . . . . . *"* 0,40

F. A. GUIL. MIQUEL, De Palmis archipelagi Indici observationes novae . . . . . *"* 0,75

P. BLEEKER, Mémoires sur les Cyprinoïdes de Chine. . . *"* 1,50

D. BIERENS DE HAAN, Over eenige nieuwe herleidingsformulen bij de theorie van bepaalde integralen . . . . . *"* 1,00

P. A. LEUPE, Georgius Everardus Rumphius, Ambonsch natuurkundige der zeventiende eeuw . . . . . *"* 0,40

P. HARTING, Recherches de morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques . . . . . *"* 1,40

C. M. VAN DER SANDE LACOSTE, Species novae vel ineditae Muscorum archipelagi Indici. . . . . *"* 1,00

P. BLEEKER, Révision des espèces de Dentex, Synagris, Gymnocranius, Gnathodentex et Pentapus. . . . . *"* 0,60

P. BLEEKER, Révision des espèces Indo-archipélagiques des genres Lutjanus et Aprion. . . . . *"* 0,75

A. C. OUDEMANS JR., Onderzoekingen over het podocarpinezuur. *"* 1,00

P. BLEEKER, Révision des espèces Indo-archipélagiques du groupe des Epinephelini et de quelques genres voisins. *"* 1,40

P. HARTING, Notice sur un cas de formation de fulgurites et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande. . . . . *"* 0,40

P. BLEEKER, Mémoire sur les Sciénoïdes et les Sillaginoïdes de l'Inde archipélagique . . . . . *"* 0,60

P. HARTING, Le plan médian de la tête Néerlandaise masculine, déterminé d'après une méthode nouvelle . . . *"* 1,00

P. BLEEKER, Sur les espèces Insulindiennes de la famille des Cirrhitéoïdes . . . . . *"* 0,25

P. BLEEKER, Révision des espèces Insulindiennes de la famille des Mulloïdes. . . . . *"* 0,50

D. BIERENS DE HAAN, Tweede ontwerp eener naamlijst van logarithmentafels, met opgave van den tijd, de plaats en de grootte, alsmede van het aantal decimalen, alles zoo verre bekend . . . . . *"* 0,40

P. BLEEKER, Sur la famille des Pseudochromidoïdes et révision de ses espèces Insulindiennes. . . . . *"* 0,75

CH. M. SCHOLS, Over de theorie der fouten in de ruimte en in het platte vlak. . . . . *f* 1,00

A. C. OUDEMANS JR., Over het soortelijk draaiingsvermogen der voornaamste kina-alkaloïden in vrijen en gebonden toestand. . . . . " 3,00

P. BLEEKER, Mémoire sur les espèces Insulindiennes de la famille des Scorpénoïdes . . . . . " 1,50

B. J. TIDEMAN, Verslag van proeven, genomen met een enkel scheepsmodel, ten doel hebbende eenige gegevens te verkrijgen omtrent den wederstand van het water tegen de beweging van een schip . . . . . " 1,00

A. HEYNSIUS, Over serum en eieralbumine en hare verbindingen . . . . . " 0,60

P. BLEEKER, Révision des espèces Insulindiennes de la famille des Chétodontoïdes. . . . . " 2,50

D. BIERENS DE HAAN, Iets over zamenstelling van differentiaalvergelijkingen uit eene aangenomen integraalvergelijking . . . . . " 0,60

P. BLEEKER, Mémoire sur les poissons à pharyngiens labirynthiformes de l'Inde archipélagique. . . . . " 1,00

H. A. LORENTZ, Over het verband tusschen de voortplantings-snelheid van het licht en de dichtheid en samenstelling der middenstoffen. . . . . " 1,25

P. BLEEKER, Contribution à la faune ichthyologique de l'île Maurice (avec 3 planches). . . . . " 0,60

D. BIERENS DE HAAN, Over het differentieeren van eenige elliptische integralen naar den modulus, of eene functie daarvan. . . . . " 0,60

P. BLEEKER, Sur quelques espèces inédites ou peu connues de poissons de Chine appartenant au musée de Hambourg (Avec deux planches). . . . . " 0,60

P. BLEEKER, Énumération des espèces de poissons actuellement connues du Japon et description de trois espèces inédites (Avec trois planches) . . . . . " 0,75

P. BLEEKER, Révison des espèces Insulindiennes du genre Platycephalus. . . . . " 0,70

M. TREUB, Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales (avec quatre planches). . . . . " 1,20

Dr. F. SEELHEIM, De grondboringen in Zeeland. (Met 46 tabellen, 2 kaarten met profielen, 1 situatiekaart en 1 vel figuren) . . . . . " 2,80

M. TREUB, Notes sur l'embryogénie de quelques Orchidées (Avec huit planches) . . . . . " 1,90

C. K. HOFFMANN, Bijdrage tot de kennis der morphologie v. d. schoudergordel en het borstbeen bij reptiliën, vogels, zoogdieren en den mensch. (Met zeven platen). . . . *f* 2,10

VAN RIJCKEVORSEL, Verslag aan zijne Excellentie den Minister van Koloniën over eene magnetische opneming van den Indischen archipel, in de jaren 1874—1879 gedaan. 1ste stuk (met kaart) . . . . . „ 1,00

Idem 2de gedeelte . . . . . „ 1,15

Idem 3de gedeelte . . . . . „ 1.30

D. J. KORTEWEG, Algemeene theorie der ponderomotorische krachten, gevolgd door eenige opmerkingen naar aanleiding van de algemeene theorie der ponderomotorische krachten van Dr. D. J. KORTEWEG door J. D. VAN DER WAALS . . . . . „ 1,35

A. A. W. HUBRECHT, Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen. (Mit vier Tafeln) . . „ 1.55

TH. H. BEHRENS, Beiträge zur Petrographie des indischen Archipels. (Mit vier Tafeln) . . . . . „ 0,95

J. D. VAN DER WAALS, Onderzoekingen omtrent de overeenstemmende eigenschappen der normale verzadigden-damp- en vloeistoflijnen voor de verschillende stoffen en omtrent een wijziging in den vorm dier lijnen bij mengsels. — Over de coëfficiënten van uitzetting en van samendrukking in overeenstemmende toestanden der verschillende vloeistoffen . . . . . „ 1,05

P. HARTING, Les corps amniotiques de l'oeuf de l'Hippopotame comparés à ceux d'autres mammifères. (Avec deux planches) . . . . . „ 0,50

R. D. M. VERBEEK en R. FENNEMA, Nieuwe geologische ontdekkingen op Java. (Met een blad teekeningen) . . „ 0,85

R. D. M. VERBEEK, Geologische aanteekeningen over de eilanden van den Nederlandsch-Indischen archipel in het algemeen en over de fossielhoudende lagen van Sumatra in het bijzonder. (Met een blad teekeningen). „ 0,70

H. KAMERLINGH ONNES, Algemeene theorie der vloeistoffen. (Eerste en tweede stuk) . . . . . „ 1,05

J. D. VAN DER WAALS, Bijdrage tot de kennis van de wet der overeenstemmende toestanden . . . . . „ 0,35

D. BIERENS DE HAAN, Herleiding van eenige integralen met den wortelvorm $\sqrt{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}$ tot elliptische en andere integralen . . . . . „ 1.00

W. F. R. SURINGAR, Stasiastische dimerie (Tweetalligheid door storing): Monstruositeit eener bloem van Cypripedium venustum Wall. (Met eene plaat) . . . . . „ 0,40

C. K. HOFFMANN, Zur Ontogenie der Knochenfische. (Mit sieben Tafeln). . . . . f 3,50

W. J. VIGELIUS, Vergleichend-anatomische Untersuchungen ueber das sogenannte Pankreas der Cephalopoden. (Mit vier Tafeln) . . . . . " 0,85

D. BIERENS DE HAAN, Een aanhangsel tot de tafels van onbepaalde integralen . . . . . " 4,00

A. A. W. HUBRECHT, Studien zur Phylogenie d. Nervensystems. II. das Nervensystem von Pseudonematon nervosum gen. et sp. N. (Mit zwei Tafeln). . . . . " 0,60

M. W. BEIJERINCK, Beobachtungen ueber die ersten Entwickelungsphasen einiger Cynipidengallen. (Mit sechs Tafeln) . . . . . " 4,20

J. W. VAN WIJHE, Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. (Mit fünf Tafeln). . . . . " 1,30

C. K. HOFFMANN, Zur Ontogenie der Knochenfische, (Fortsetzung der 1881 [Natuurk. Verh. der Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam] veröffentlichten Abhandlung). (Mit vier Tafeln). . . . . " 1,40

TH. H. BEHRENS, Beiträge zur Petrographie des indischen Archipels, Zweites Stück. die Gesteine der Vulkane von Java. (Mit einer Tafel) . . . . . " 1,60

C. K. HOFFMANN, Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwickelung des Canalis neurentericus bei Vogelembryonen. (Mit 5 Tafeln) . . " 2,50

R. D. M. VERBEEK, Over de dikte der tertiaire afzettingen op Java. (Met drie bladen teekeningen). . . . . " 0,50

A. A. W. HUBRECHT, Over de voorouderlijke stamvormen der Vertebraten. (Met één plaat) . . . . . " 0,60

M. W. BEYERINCK, Onderzoekingen over de besmettelijkheid der gomziekte bij planten. (Met twee platen) . . . . " 1,05

W. F. R. SURINGAR, Monstrositeiten van cypripedium insigne, in aansluiting met de verhandeling over stasiastische dimerie . . . . . " 0,40

V. A. JULIUS, Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnselen. . . . . " 1,20

J. C. et W. KAPTEIJN, Les sinus de quatrième ordre. . . " 1,90

THE UNIVERSITY LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
SCIENCE LIBRARY

This periodical is due on **DATE** stamped below.
To renew by phone, call **459-2050**

SCI. LIB
STORED AT NRLF

Series 1665

STORED AT NRLF